Beiträge zur Kenntnis des hessischen Muschelkalks

mit besonderer Berücksichtigung
der Vorkommen Oberhessens

(Teildruck.)

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
der hohen
Philosophischen Fakultät
der
Königlichen Universität zu Marburg
vorgelegt von

FRITZ HECKMANN
aus Cassel.

MARBURG 1916.

Beiträge zur Kenntnis des hessischen Muschelkalks

mit besonderer Berücksichtigung
der Vorkommen Oberhessens

(Teildruck.)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der hohen

Philosophischen Fakultät

der

Königlichen Universität zu Marburg

vorgelegt von

FRITZ HECKMANN

aus Cassel.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

MARBURG 1916.

Von der Fakultät als Dissertation angenommen
am 28. November 1913.

Referent: Geh. Regierungsrat PROF. DR. E. KAYSER.

Die vollständige Arbeit erscheint in
Abh. u. Ber. LIV des Vereins für Naturkunde
zu Cassel.

Druck von Weber & Weidemeyer in Cassel.

Vorbemerkung.

Vorliegende Arbeit wurde im Frühjahr 1912, nachdem ich mich im vorhergehenden Winter bereits eingehender mit der einschlägigen Literatur beschäftigt hatte, auf Anraten des Herrn Geheimrats KAYSER in Marburg begonnen, dem ich hierfür, sowie für vielfache Förderung und Unterstützung meinen aufrichtigen Dank ausspreche. Die Arbeit war als Vervollständigung mehrerer im Geologischen Institut der Universität Marburg ausgeführter Bearbeitungen des hessischen Mesozoikums, wie des Buntsandsteins [1]) und der Jurarelikte [2]), gedacht und sollte eine Übersicht über die in Grabenversenkungen erhalten gebliebenen kleineren Vorkommen des Muschelkalks geben.

Anfang der Sommerferien 1912 hatte ich Gelegenheit, Herrn PROFESSOR DR. BLANCKENHORN bei der geologischen Aufnahme des Blattes Homberg einige Tage zu begleiten, wodurch ich in der Kenntnis des hessischen Muschelkalks sehr gefördert wurde. Hierfür, sowie für seine Ratschläge bei der Behandlung der Arbeit bin ich Herrn PROFESSOR BLANCKENHORN zu großem Danke verpflichtet. Dank sage ich ferner Herrn Privatdozent DR. ANDRÉE für seine Unterstützung namentlich bei dem petrographischen Teile dieser Arbeit. Schließlich möchte ich Herrn Privatdozent DR. HERRMANN meinen wärmsten Dank dafür aussprechen, daß er mir mit Rat und Tat in der Anlage der Arbeit und bei ihrer Ausführung zur Hand ging.

[1]) Dienemann, Das Oberhessische Buntsandsteingebiet. Diss.

[2]) R. Glaessner, Beiträge zur Kenntnis der hessischen Jurarelikte. Abhandlungen des Ver. f. Naturk. z. Cassel, 1913.

Allgemeine Bemerkungen über die hessischen Grabenbildungen.

Der Muschelkalk des ehemaligen Kurhessens ist in seiner Verbreitung hauptsächlich an das Auftreten von grabenartigen Versenkungszonen gebunden, die im hessischen Bergland aufsetzen und, weit über dies hinausreichend, hauptsächlich mit Muschelkalk, aber auch mit Keuper, Lias und Tertiär erfüllt sind. Während der Muschelkalk ehemals eine über das gesamte Land verbreitete Decke bildete, hat die Denudation während der langen Abtragungsperiode im jüngeren Mesozoikum und im ältesten Tertiär ihn und das ihn unterlagernde Formationsglied, den Röt, fast vollkommen abgetragen. Nur einzelne, im Bereich der erwähnten Senkungszonen liegende Überreste dieser einst so mächtigen Formation sind, weil die Wirkungen der Denudation im tieferen Niveau viel schwächer waren, bis auf den heutigen Tag erhalten geblieben. Die wichtigsten Grabenversenkungen Hessens sind:

1. Der Casseler Graben, welcher aus der Gegend von Cassel über Altenhasungen in ostwestlicher Richtung verläuft und außer Muschelkalk noch Reste von Keuper und Lias enthält; er geht über in
2. den südnördlich verlaufenden Fritzlar-Naumburg-Volkmarsener Graben;
3. der vom Meißner als südliche Fortsetzung des Leinetalgrabens über die Hochebene von Lichtenau, wo er mit der nordwestlich gerichteten Eisenacher Bruchzone sich vereinigt, nach Spangenberg verlaufende und nur Muschelkalk und Keuperreste enthaltende Graben. Von hier verläuft er in südwestlicher Richtung über Altmorschen bis nach Wichte, wo er mit scharfer Umbiegung nach Westen bei dem Dorfe Niederbeisheim endigt;

4. der nordsüdliche Wabern-Homberger Graben, in welchem außer Muschelkalk noch Keuper und Jurarelikte vorkommen;
5. die von Süd-Südwest nach Nord-Nordost verlaufenden Oberaulaer Röt-, Muschelkalk- und Keuper-Grabeneinbrüche.

Außer diesen großen Bruchzonen kommen für die Kenntnis des Muschelkalks noch folgende kleinere Grabenbildungen in Betracht:

6. der sich an den Homberger Graben anschließende, von Remsfeld nach Rückersfeld verlaufende Röt-Muschelkalkgraben;
7. der von Treysa über Dittershausen und Schlierbach bis in die Gegend von Jesberg sich hinziehende Röt-Muschelkalkgraben;
8. der von Neustadt über Mengsberg nach Winterscheid in südost-nordwestlicher Richtung verlaufende Winterscheider Graben.

Von diesen Grabenbildungen sollen in dieser Arbeit nur die gesperrt gedruckten betrachtet werden; die Besprechung soll dabei nach der geographischen Lage der Vorkommen stattfinden. Am eingehendsten sollen dabei berücksichtigt werden die Marburg zunächst liegenden Vorkommen, da diese seit Jahrzehnten in der geologischen Literatur kaum erwähnt worden sind.

Die Sprunghöhe der die Gräben abgrenzenden Verwerfungen ist meist nicht beträchtlich. Die meisten enthalten außer Röt nur noch in größerer Verbreitung den Wellenkalk, etwa bis zur unteren Schaumkalkbank, und nur dem Schutze des zur Miocänzeit an denselben Spalten aufsteigenden und die versenkten Sedimente als schützende Decke überlagernden Basaltes ist die Erhaltung der oberen Schaumkalkzone und der Orbicularisplatten in einigen Gräben zu verdanken. Im ganzen dürfte also die Sprunghöhe der die Gräben abgrenzenden Verwerfungen die ganze Mächtigkeit des Röts, in der Gegend etwa 60 m[1]),

[1]) Nach Dienemann.

und die halbe des Wellenkalks, insgesamt also etwa 100 m betragen.

Die in den Gräben vereinzelt erscheinenden höheren Stufen des Muschelkalkes, der mittlere und der obere, sowie Keuper und Jura treten fast ausschließlich am Kreuzungspunkt zweier Bruchzonen auf, wo die betreffenden Sedimente die Gesamthöhe beider Bruchsysteme durchfallen mußten, wie der Keuper und die oberen Tonplatten von Spangenberg und vom Meißner, oder sie sind als an Spezialverwerfungen innerhalb des Grabens oder an seinen Randspalten abgesunkene Schollen aufzufassen.

Was die Zeit der Entstehung der Gräben anbetrifft, so nehmen von Koenen, Lorenz und andere ein miocänes Alter an mit der Begründung, daß die in den Gräben liegenden oberoligocänen Sedimente dieselben „Störungen der ursprünglichen Lagerung" mitgemacht hätten, also älter seien als diese Störungen. Da aber diese oberoligocänen Sande und Tone sonst auf mittlerem Buntsandstein (der voroberoligocänen Landoberfläche Grupes), auflagern, so müßten die Einbrüche, die den Muschelkalk in ein gleiches Niveau mit dieser voroberoligocänen Landoberfläche brachten, älter sein als die aufliegenden Ablagerungen: Das Alter der Gräben ist also voroberoligocän. Ob sie nun den eocänen oder älteren Krustenbewegungen zuzurechnen sind, ist fraglich. O. Grupe[1]) schließt bezüglich des Naumburger Grabens, der, nachdem er den Casseler Graben bei Wolfhagen in sich aufgenommen hat, ganz unmerklich in das praecretacische Bruchsystem des Eggegebirges übergeht, auf ein analoges, also jungjurassisches Alter und überträgt diese Annahme auf das ganze hessische Bruchsystem. Gehen wir von der wahrscheinlichen Voraussetzung aus, daß derartige tektonische Bewegungen zu wiederholten Malen eingetreten sind, so fällt hauptsächlich zwei Zeiten eine große Rolle zu, der Jungjura- und Kreidezeit und der Miocänepoche. Die erste oder Hauptphase der Dislokation versenkte den Muschelkalk in das Niveau

[1]) O. Grupe, Über das Alter der Dislokationen des hannöverschhessischen Berglandes und ihren Einfluß auf Talbildungen und Basalteruptionen. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1911.

des mittleren Buntsandsteins, die zweite geringere, wahrscheinlich miocäne, posthume Phase hatte den Abbruch der Tertiärsedimente zur Folge und stand wohl im Zusammenhange mit dem Aufsteigen der Basalte und der Haupthebung des Kellerwaldhorstes.

Der Richtung nach gehören die hessischen Gräben vorwiegend sowohl dem südnördlichen rheinischen wie dem nordwestlich gerichteten hercynischen Bruchsysteme an; für beide, lange Zeit als im Alter verschieden betrachtete Systeme hat STILLE jetzt die Bezeichnung „saxonisch" aufgestellt.[1])

Die in den Gräben lagernden Sedimente stellen meistens an den Randspalten abgesunkene Schollen dar, die ein einseitiges Fallen zeigen. Sie sind im Inneren des Grabens noch durch Bruchbildungen, die schief zu den Randbrüchen, aber nie über sie hinaus, verlaufen, quer zerschnitten. Zu dieser Querzerstückelung tritt noch eine Längszerschneidung durch parallel zu den Randbrüchen streichende und die Schollen regellos durchsetzende Verwerfungen. Dadurch, daß jüngere Sedimente in solche Spalten im Inneren des Grabens eingebrochen sind, kann bei flacher Lage der Schichten der Anschein eines muldenförmigen Schichtenbaues erweckt werden. Indes kommen auch wirkliche Mulden ziemlich häufig vor; bisweilen sind in ihnen, wie bei Homberg, die Schichten noch obendrein bei der Einmuldung gefaltet worden.

[1]) Stille, Die mitteldeutsche Rahmenfaltung.

Die einzelnen Gräben.

Winterscheider Graben.[1])

Der Winterscheider Graben setzt in der Gegend von Momberg innerhalb des mittleren Buntsandsteins auf und verläuft in ost-südost-, west-nordwestlicher Richtung bis zu dem Dorfe Mengsberg, wo er sich mit schwacher Umbiegung nach Norden mit nordwestlichem Streichen nach Winterscheid wendet. Außer sämtlichen drei Stufen des Muschelkalks treten in dem vornehmlich mit Löß und diluvialen Tonen erfüllten Gebiete der Gegend von Neustadt auch Röt und tertiäre Sande und Braunkohlenquarzite in seinem Verlaufe zu Tage. Für das Landschaftsbild ist der Muschelkalk im südlichen Teile des Grabens von keiner Bedeutung; erst gegen sein Ende, nach seiner bei Winterscheid erfolgten kesselartigen Erweiterung machen sich typische Wellenkalk-Landschaftsbilder, schroff vorspringende Wände und steile Höhen, wie die ganz aus Wellenkalk bestehende Hohe Warte, bemerkbar. Seit der Bearbeitung dieses Teils des Grabens durch Denckmann haben ausgedehnte Steinbruchsanlagen hier ausgezeichnete Aufschlüsse im oberen Wellenkalk geschaffen, wie sie in anderen Teilen Hessens nicht leicht wiederzufinden sind.

Wellenkalk.

Der untere Muschelkalk oder Wellenkalk läßt sich wie fast überall in Hessen, auch in diesem Graben[2]) in eine untere schaumkalkfreie und eine obere schaumkalkführende Stufe einteilen. Der unteren Abteilung gehören zwei 10—12 cm mächtige Bänkchen mit *Natica gregaria* und *Dentalium torquatum* an, die an der Nordwestseite der „Hohen Warte“ im Ausstreichen sichtbar sind. Ein etwas höherer Horizont, der an einigen Wasserrissen in der Nähe des Dorfes Mengsberg unter der diluvialen Be-

[1]) Siehe angefügte Übersichtskarte I.

[2]) Denckmann, Erläuterungen zu Bl. Gilserberg.

deckung hervortritt, enthält dünne, graue bis gelbbraune, zu sog. Bergkies zerbröckelnde Platten, die nach oben in wulstige, Kalkgerölle führende Schichten übergehen. Außer der häufig vorkommenden *Myophoria vulgaris* treten noch vereinzelt auf:

Rhizocorallium commune Schmid
Lima lineata Goldf.
Monotis sp.
Nucula Goldfussi Alb.
Gervilleia socialis Schloth.
Gervilleia costata Quenst.
Pecten discites Br.
Macrodon Beyrichi Stromb.
Myophoria sp.
Lucina Schmidi Gein.
Nautilus dolomiticus Quenst.

Dem unteren Wellenkalk gehört ferner ein südlich von Momberg, westlich der Strasse Neustadt-Momberg gelegenes Vorkommen von Wellenkalk an, das aus einem ähnlichen Wechsel stark zerbröckelnder Kalkplatten und wulstigen Wellenkalks besteht wie das eben beschriebene. Den Kalkplatten ist hier ein ungefähr 2 cm dickes *Benneckeia Buchi* führendes Bänkchen eingelagert, welches einige gute Exemplare dieser Art lieferte.

Die obere schaumkalkführende Region des Wellenkalks ist nur in dem nördlichen Teile des Grabens bei Winterscheid, in welchem sich auch der mittlere und obere Muschelkalk erhalten hat, vertreten und durch den Steinbruch an der hohen Warte sehr gut aufgeschlossen. Es bietet sich hier folgendes Profil:

Oben:

Ungefähr 3 m teils tonige, teils dolomitische Platten, wegen Bedeckung mit Schutt nicht weiter zu klassifizieren.

0,12 m blauer bituminöser Kalkstein,
0,31 m 3 Bänke harter kristalliner Kalk,
0,15 m Wellenkalk als Zwischenmittel,

etwa 7 m obere Schaumkalkzone	0,04 m fein kristalline Bank mit Einsprenglingen von Manganoxyd, etwa 2 m bröckeliger Wellenkalk, 0,74 m Wellenkalk mit drei eingelagerten, 10—12 cm mächtigen Schaumkalkbänkchen, 2,60 m Wellenkalk, 1 m Wellenkalk mit vier eingelagerten, oolithischen, schwach schaumigen Bänkchen mit *Turbo*, *Myophoria*, *Dentalium*, *Gervilleia*, ohne *Encrinus*, 0,38 m rostfarbener, etwas stärker schaumiger Kalk mit denselben Fossilien, 0,39 m harter graublauer Kalk,
3,20 m wulstiger Wellenkalk als Zwischenmittel.	
3,42 m untere Schaumkalkzone	1,48 m Folge von sieben 4—6 cm dicken Oolithbänken mit zahlreichen Stielgliedern von *Encrinus* im Wechsel mit harten, knorrigen, graublauen Bänken, 0,95 m Schaumkalkbank, 0,30 m harter blauer Kalk, 0,69 m oolithischer, fast dichter Schaumkalk, nur wenig schaumig, mit einbezogenen Conchylienfragmenten und Wurmbohrungen.[1])

Beide Schaumkalkzonen beginnen mit harten Bänken blaugrauen Kalks, der sich oft auch zwischen zwei Schaumkalkbänke einschiebt. Infolge ihres Gehaltes an Eisenhydroxyd haben diese Bänke meist eine gelbe Färbung angenommen und geben dann einen sicheren und überall leicht zu verfolgenden Horizont. Die untere Schaumkalkzone setzt sich aus einzelnen mächtigen, teils oolithischen, teils knollig-knorrigen Bänken zusammen, während die obere in eine Fülle einzelner kleinerer Bänke zerfällt. Charakteristisch für die untere Schaumkalkzone ist das örtlich massenhafte Auftreten von *Encrinus*-Stiel-

[1]) Vergleiche die Abbildung 1 der beigegebenen Tafel I.

gliedern, die in der oberen fehlen, und deren Abwesenheit sich als negatives Kennzeichen für diese Zone verwenden läßt. Sie stammen, wenigstens zum größten Teile, von *Encrinus Carnalli*.

Die Fauna dieser Schichtenfolge setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

Rhizocorallium comune Schmid.
Encrinus Carnalli Beyr.
Encrinus liliiformis Lam.
Pentacrinus dubius Goldf.
Gervilleia socialis Schl.
Gervilleia costata Quenst.
Lima lineata Goldf.
Pecten discites Br.
Pecten laevigatus Gieb.
Placunopsis ostracina Schl.
Myophoria orbicularis Br.
Myophoria vulgaris Br.
Myophoria elongata Gieb.
Dentalium torquatum Schl.
Pseudomelania scalata Goldf.
Turbo gregarius Schl.
Nautilus dolomiticus Quenst.

Mittlerer Muschelkalk.

Gute Aufschlüsse der dolomitischen Schichten dieser Stufe fehlen in unserem Gebiet. In einer Mächtigkeit von wenigen Metern sind diese Schichten in einem Steinbruch bei Momberg, sowie an einem Straßeneinschnitt in der Nähe der hohen Warte, in beiden Fällen als Unterlage des ehemals darübergelegenen und jetzt abgebauten Trochitenkalks, anzutreffen. Es sind an beiden Stellen ziemlich feste, teils dichte, teils zuckerig fein-kristalline, nur wenige Zentimeter dicke, ebenflächige, dolomitische Platten mit geringem Eisengehalt, die in Menge umherliegen. Zu ihnen treten bei Winterscheid noch großlöchrige, durch Auslaugung ihres Gipsgehaltes beraubte, dolomitische Zellenkalke.

Oberer Muschelkalk.

Der obere oder Hauptmuschelkalk ist mit seinen beiden Stufen, dem Trochitenkalk und den Tonplatten, vertreten. Seine untere Abteilung, der Trochitenkalk, ist aus vorwiegend harten Bänken zusammengesetzt. Infolge des größeren Widerstandes dieser Gesteine gegen die Verwitterung gibt er an der hohen Warte zur Bildung eines steilen Absatzes Veranlassung, der seine Auffindung wesentlich erleichtert und welcher trotz des fast vollendeten Abbaues dieser Gesteine auch heute noch im Gelände deutlich sichtbar ist.

Die untere Stufe des Hauptmuschelkalks erreicht in unserem Gebiet eine durchschnittliche Mächtigkeit von 10—15 m; ein etwa vorhandener Basalhorizont mit Hornsteinen war nicht aufgeschlossen. Sie beginnt bei Momberg mit lichten, splittrigen Bänken oolithischen Kalks, die noch wenig Crinoiden-Stielglieder enthalten, um dann nach oben in den hier etwa 4 m mächtigen eigentlichen Trochitenkalk überzugehen. Die Oolithkörner dieses unteren Horizontes sind nicht sehr groß und heben sich wenig von dem blaugrauen Gestein ab; erst durch die Verwitterung werden sie gelbbraun infolge der Entwicklung von Eisenhydroxyd. Auf sie soll später noch eingegangen werden.

Der eigentliche Trochitenkalk setzt sich zusammen aus harten, splittrigen, schwach oolithischen Bänken, die mit Stielgliedern von *Encrinus liliiformis* wie übersät erscheinen. In ihnen tritt *Lima striata* massenhaft auf. Sie wird nach oben von *Terebratula vulgaris* abgelöst. Gut erhaltene Kronen von *Encrinus liliiformis* sind ziemlich selten; es fand sich eine Platte mit drei gut erhaltenen Exemplaren dieser Art. Über diesen Schichten treten etwa 1 m mächtige, tonig-mergelige Platten, wie sie der obere Hauptmuschelkalk zeigt, auf. Sie sind fast versteinerungslos und gehen nach oben wieder in etwa 0,4 m mächtigen, aber bedeutend dünnbankigeren Trochitenkalk über. Die obere Fläche dieser zweiten Crinoidenzone ist wohl als Grenze zwischen unterem und oberem Hauptmuschelkalk anzunehmen, da das Gestein höher aufwärts

durchweg plattig wird und die kalkigen Bänke sehr gegen tonig-mergelige Schichten zurücktreten, und ferner *Encrinus liliiformis* nur noch ganz vereinzelt auftritt.

Die obere Abteilung des Hauptmuschelkalks oder die Schichten mit *Ceratites nodosus* lassen sich nach dem Vorkommen der älteren oder jüngeren Glieder des Formenkreises dieses Ceratiten in eine untere und eine obere Stufe zerlegen, von denen hier nur die ältere vertreten ist. Die unteren Tonplatten setzen sich zusammen aus festen Kalkbänken im Wechsel mit tonigen Sedimenten. Einige dieser harten Kalkbänke zeigen eine löcherige Beschaffenheit infolge Resorption der Fossilien bei der Umwandlung der Kalkschalen in Brauneisen. Vielfach sind diese Cavernen mit einem braunen Mulm ausgefüllt.

Die durch Muscheldetritus gebildeten Bänke tragen alle Anzeichen, daß die Schalen, aus denen sie aufgebaut sind, keiner autochtonen Fauna entstammen, sondern als Anschwemmungsgebilde zu betrachten sind. Wie sich nämlich durch Anschleifen solcher Platten ergibt, liegen die Muschelschalen meistens mit der konvexen Seite nach oben, ein Zeichen, daß sie nicht im ruhigen Wasser niedergesunken sind. Ihre Hohlräume sind mit Calcitkriställchen ausgefüllt. Nach den überzeugenden Ausführungen von Reis[1]) mußte die Flut bei geringerer Kraft durch Anschwemmen feineren Materiales die Zugänge zum Innern der Gehäuse verstopfen, sodaß diese hohl blieben und allmählich mit Kalkspatkriställchen zuwachsen konnten. Das mergelige Liegende dieser Bänke zeigt sehr oft Spuren von Erosion infolge der Reibungswirkung der Schalen. Alle diese Anzeichen deuten auf eine Verschwemmung des Materials vor der Sedimentierung an dieser Stelle hin.

Für die Fossilführung dieser Schichten ist die Gruppe der nodosen Ceratiten und zwar der in größerer Anzahl hier auftretenden kleineren Vertreter dieses Formenkreises am wichtigsten. Es wurde deshalb versucht, durch Unter-

[1]) Reis, Betrachtungen über Schichtenfolge und Gesteinsausbildungen in der Fränkischen unteren und mittleren Trias. Geognostische Jahreshefte, 22. Jahrgang.

suchung jeder einzelnen Bank eine etwas genauere Horizontierung dieser Formen zu ermöglichen. Dieser Versuch scheiterte jedoch an der schlechten Erhaltung der Ceratiten. Sie werden erst durch Auswittern sichtbar, und beim Zerschlagen des Gesteins zeigen sich nur einzelne hohl gebliebene Kammern Es ergab sich folgendes Profil:

Hangendes: etwa 1 m Verwitterungsboden,
0,07 + 0,09 m dichter, stark mergeliger Kalkstein,
0,13 + 0,06 m kristalliner, harter Kalk mit Einsprenglingen von Fe_2O_3 und *Ceratites compressus*,
0.20 m : 3 mergelige, bituminöse Bänke,
0,18 m : 3 innen fein kristalline Bänke mit Terebratel- und Zweischalerfragmenten,
0,13 m : 2 Bänke mergeliger, innen blaugrauer Kalk mit *Ceratites sp.*,
0,12 m : 3 Bänke kristalliner Kalk, etwas löcherig durch Resorption der Conchylienschalen,
0,03 m grauer Mergel,
0,19 m blaugrauer, etwas knaueriger Kalk,
0,14 m : 3 Bänke dichter Mergel,
0.06 m sehr harter kristalliner Kalk, etwas löcherig,
0,12 m Mergel,
0,09 m kalkig-mergeliges Gestein mit *Gervilleia socialis*,
0,11 m kristalline harte Bank,
0,08 m bituminöser mergeliger Kalk,
etwa 2 m Tonplatten, nicht aufgeschlossen.

Die Fauna dieser Schichten besteht aus folgenden Fossilien:

Ceratites atavus Phil.
Ceratites sp.
Ceratites Münsteri (Dien.), E. Phil.
Ceratites compressus Sandb.
Nautilus bidorsatus Quenst.
Pseudomelania sp.
Verschiedene nicht näher bestimmbare Schnecken
Turbo gregarius Schl.
Myophoria vulgaris Br.
Myophoria simplex Schl.

Ostrea complicata Goldf
Placunopsis ostracina Schl.
Lima striata Schl.
Lima lineata Goldf.
Hinnites comtus Gieb.
Gervilleia socialis Schl.
Terebratula vulgaris Schl.
Encrinus liliiformis Lam.
Hybodus longiconus Ag.
Saurierreste.

Die Fossilien sind bis auf die Ceratiten als Steinkerne erhalten. Die Ceratiten zeigen eine doppelte Art der Erhaltung. Entweder kommen sie wie gewöhnlich als Steinkerne vor, oder ihre Kammern sind hohl geblieben, die Wandungen dick und grob kristallin verkalkspatet, und die Innenräume drusenförmig mit Calcit ausgekleidet.

Von besonderem Interesse ist der Fund eines Ceratiten aus der Gruppe des *Ceratites atavus* Phil. Nach Philippi kommen nämlich diese lebhaft an alpine Vertreter erinnernden Formen nur in dem nördlichen Vorlande des Harzes vor. Das aufgefundene Exemplar stammt mit ziemlicher Sicherheit aus dem Horizont mit *Gervilleia socialis*.

Von petrographischen Eigentümlichkeiten dieser Schichtenfolge wäre noch das Auftreten von Konkretionen zu erwähnen. Es fanden sich rein mergelige bis zu 10 cm Durchmesser und kleinere, stark eisenschüssige, bis zu 4 cm Durchmesser. Auch auf Schichtflächen treten mitunter konkretionäre Bildungen auf. So traf ich eine Platte, bei welcher sich der Kalk aus den mergeligen Zwischenschichten in nieren- und traubenförmigen Gebilden an die Ober- und Unterfläche der Bank angesetzt hatte.[1])

Diese Platte zeigt in ihrem Aussehen eine gewisse Ähnlichkeit mit den von G. Wagner beschriebenen Gekrösekalken. Wagner denkt sich diese durch Rutschung der noch nicht erhärteten Schicht während oder kurz nach der Sedimentation entstanden und faßt sie daher als mechanisches Sediment auf, während hier ein chemisches vorliegt.

[1]) Vergleiche die Abbildung 3 der Tafel I.

Einzelne Platten zeigten steil von der Oberfläche ausgehende, 6—8 mm weite Röhren von Bohrwürmern, die später mit ockerigem Kalk ausgefüllt worden sind. Bei den harten Kalkbänken waren diese Bohrlöcher auf das mergelige Liegende der Bank beschränkt, ein Zeichen, daß die Besiedler dieser Röhren den feinen weichen Schlamm bevorzugten.

Tektonik.

Der Winterscheider Graben stellt eine Folge von südost-nordwestlich streichenden, mit einseitigem Fall nach Südwesten abgesunkenen Muschelkalkschollen dar, die noch durch quer zu den Randbrüchen verlaufende Verwerfungen in mannigfachster Weise zerstückelt sind. Erst im nördlichen Teile des Grabens wird die Tektonik verwickelter. Hier wird durch Bildung von größeren Spezialverwerfungen im Innern des Grabens, welche den mittleren und oberen Muschelkalk versenkten, der Anschein einer muldenartigen Lagerung der Schichten erweckt, zumal die in der Mitte liegenden jüngeren Glieder des Muschelkalks weit flacher einfallen als der Wellenkalk. Diese Lagerung der Schichten gab von Koenen Anlaß, die Tektonik dieses Grabens näher zu untersuchen und ihn in seiner Arbeit „Über das Verhalten von Dislokationen im nordwestlichen Deutschland[1])“ folgendermaßen zu schildern: „In einzelnen Fällen wird die Ähnlichkeit eines Grabens mit einer Mulde wohl dadurch etwas größer, daß die in der Mitte liegenden Schichten flacher geneigt sind als die übrigen an der Seite liegenden, z. B. bei Winterscheid, westlich von Neustadt, wo Trochitenkalk auf fast 250 m Länge muldenartig in der Mitte eines Grabens im mittleren Buntsandstein liegt; derselbe ist aber durch Verwerfungen isoliert und beispielsweise nach Südwest nur durch mittleren Muschelkalk vom Röt getrennt, der Wellenkalk fehlt hier. Im Fortstreichen des Grabens, sowohl nordwestlich der Cassel-Frankfurter Straße, wie südwestlich von Winterscheid ist dagegen steil einfallender Wellenkalk sichtbar. Der Graben ist aber an der zuerst erwähnten Stelle ziem-

[1]) Jahrbuch der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt 1883.

lich breit, und es mag hier erst ein kurzer Teil eingesunken sein ohne erhebliche Änderung der Neigung der Schichten, und dann mögen von beiden Seiten stärker sich neigende längere schmalere Schollen nachgestürzt sein.“ Bei meinen eigenen Untersuchungen habe ich keine Beobachtung gemacht, die diesen Ausführungen widerspräche.

Dittershäuser Graben.

Der ebenfalls hercynisch gerichtete Dittershäuser Graben[1]) beginnt nördlich der Stadt Treysa mit kleineren Einbrüchen unteren und mittleren Muschelkalks und zieht sich mit Unterbrechungen im Tal der Schwalm, der er ihre Richtung vorschrieb, als Muschelkalkgraben bis zum Dorfe Schlierbach hin; von hier aus läßt er sich noch bis zum Ziegenkopfe bei Jesberg als einfache Rötversenkung verfolgen. Die Lagerung der Schichten ist im allgemeinen wenig gestört, sodaß sich z. B. bei Dittershausen die typischen Höhen des flachgelagerten Muschelkalks, welche durch die Erosion der Schwalm im Gelände noch auffälliger werden, entwickeln konnten.

Wellenkalk.

Der Wellenkalk dieses Grabens ist nur durch die untersten Grenzschichten gegen das Röt, sowie durch die Zone der oberen Werksteinbänke vertreten.

Der untere Wellenkalk beginnt nördlich von Schlierbach am sog. Sensenberge gegen das Röt hin mit dünnen, bröckeligen, flaserigen Kalkschiefern, die nach oben zu in wulstigere Schichten und etwa 6 m mächtige, feste ebenflächige, etwas dolomitische Bänke übergehen. Dieses dickbankige Gestein hat infolge des Verlustes seines Kalkgehaltes durch die Verwitterung ein stark toniges Aussehen angenommen. Ungefähr 2 m vor Beginn dieser tonigen Bänke ist dem schwach wulstigen Wellenkalk ein festes Bänkchen mit *Turbo gregarius* und *Dentalium torquatum* eingelagert, dem 4 m höher ein zweites folgt.

[1]) Siehe die angefügte Übersichtskarte I.

Die eben erwähnten dickbankigen Kalke gehen allmählich über in starkwulstige Rhizocorallien führende Schichten, über denen erst der typische gelbbraune Wellenkalk beginnt. Dieser letzte Horizont enthält außer dem zweiten Bänkchen mit *Turbo gregarius* und *Dentalium* noch *Myophoria vulgaris* in größerer Anzahl, sowie *Gervilleia subglobosa* Crdr. und *Litorina Kneri* Gieb. Diese Fauna wird noch vervollständigt durch folgende Fossilien:

Pecten discites Schl.
Gervilleia socialis Schl.
Gervilleia costata Quenst.
Mytilus eduliformis Br.
Nautilus dolomiticus Quenst.

Das Gestein dieses Horizontes trägt an den Schichtoberflächen starke Riefen und Furchen, die wohl auf Horizontalverschiebungen der Schichten gegeneinander zurückzuführen sind. Es wird stark von Kalkspatadern durchsetzt und zeigt an den Klüften eine ockergelbe Färbung.

Unterer Wellenkalk ist weiterhin mit Sicherheit in der Nähe des Dorfes Schlierbach, sowie bei Korrels Hof und am Bahneinschnitt Treysa-Schlierbach südlich des Eisenbahnübergangs bei Allendorf vertreten, wie die an den beiden ersten Stellen anstehende obere Bank mit *Turbo gregarius* und das Auftreten von *Myophoria vulgaris* an der ersten Stelle beweist. [1])

Der obere Wellenkalk tritt bei dem Dorfe Dittershausen auf beiden Seiten des Schwalmtales auf, jedoch lassen sich an beiden Stellen, da gute Aufschlüsse fehlen, nur aus den massenhaft herumliegenden Blöcken Schlüsse auf die Beschaffenheit dieser Schichtenfolge ziehen. Sie beginnt nördlich von Dittershausen auf dem linken Ufer der Schwalm etwas unter der unteren Schaumkalkbank mit teils wulstigen, teils graublauen festen Kalken mit *Gervilleia socialis*. Darüber folgen zwei durch ein etwa

[1]) Ein weiteres auf der Dechen'schen Karte angegebenes Wellenkalkvorkommen an der Stelle, wo die Landstraße Schlierbach-Allendorf die Schwalm trifft, konnte nicht aufgefunden werden.

3 m mächtiges Zwischenmittel, das auch einen Konglomerathorizont enthält, getrennte Schaumkalkbänke. Die untere ist oolithisch, mit ausgelaugten Oolithkörnern, die obere dichter und nur wenig oolithisch, mit rostigen Muschelkavernen. Von Interesse ist das Auftreten von Abdrücken von Coelestinkristallen in dieser Bank. Die Fauna bestand aus:

Ostrea decemcostata Schl.
Pecten laevigatus Br.
Lima lineata Gdf.
Mytilus eduliformis Br.
Gervilleia socialis Schl.
Gervilleia subglobosa Cred.
Myophoria sp.
Pentacrinus dubius Br.
Encrinus Carnalli Beyr.
Dentalium laeve Seeb.
Turbo gregarius Schl.

Den Abschluß des Wellenkalks bilden die Platten mit *Myophoria orbicularis* Br. Sie sind auf dem rechten Ufer der Schwalm an der Haardt recht gut aufgeschlossen und setzen hier direkt über der Schaumkalkzone ein mit etwa 2 m mächtigen, graublauen, mergeligen Platten, an denen einige der von O. Reis[1]) beschriebenen petrographischen Eigentümlichkeiten des Wellenkalks, wie senkrechte Zerklüftung, Sigmoidalstruktur und andere, zu beobachten sind. Die Bänke zeigen fast nur hakenförmige Struktur. Vollkommene S-Formen sind sehr selten. Das hängt wohl mit der geringen Mächtigkeit der einzelnen Schichten zusammen. O. Reis führt diese Erscheinungen auf Durchsinterungsvorgänge zurück. Ich habe nichts bemerkt, was seiner Ansicht widersprechen könnte. Die darüberliegenden etwa 1,20 m mächtigen eigentlichen Orbicularisschichten bestehen aus mürben, mergeligen Platten, auf denen *Myophoria orbicularis* oft zu Hunderten die Schichtfläche bedeckt, und bis zu 10 cm dicken, fast nur aus *Myophoria orbicularis* bestehenden Bänken.

[1]) A. a. O.

Mittlerer Muschelkalk.

Aufschlüsse dieser Stufe fehlen vollständig in unserm Graben. Seine Erkennung im Gelände, sowie seine Darstellung im Kartenbilde wird durch die Depression, welche er zwischen Wellenkalk und den harten Bänken des Trochitenkalks bildet, sehr erleichtert. Er besteht aus grauen bis gelblichen, dichten oder zuckerkörnigen, dünnplattigen, dolomitischen Mergeln, oder dickeren, zelligen Dolomiten, die in Brocken herumliegen und durch ihre auffällige Gestaltung ihn leicht kenntlich machen.

Außer bei Dittershausen finden sich ähnliche zellige Dolomite auch in den Röttonen und Mergeln der „Hessischen Tonwerke" zu Treysa in Spuren.

Oberer Muschelkalk.

Der obere Muschelkalk ist im Verlauf des Grabens nur bei Dittershausen vertreten. Seine untere Abteilung ist durch Störungen in ihrer Mächtigkeit stark beschränkt und auf etwa 6—8 m verringert, so daß ein etwa vorhandener stärkerer oolithischer Horizont nicht mehr nachweisbar ist. Sie beginnt mit harten, schwach oolithischen Bänken mit *Encrinus liliiformis* und zahlreichen Muscheldurchschnitten. Weiter fanden sich noch in diesen Schichten:

Ostrea decemcostata, Gdf.
Ostrea spondyloides Gdf.
Placunopsis ostracina Schl.
Anomia sp.
Lima striata Schl.
Pecten discites Br.
Hinnites comtus Gieb.
Pseudomelania sp.

Die über diesen Schichten folgenden unteren Tonplatten bestehen aus harten, graubraunen, von Calcit und Schwefelkies durchsetzten, detritogenen Kalkbänken, im Wechsel mit tonig-mergeligen Bänken. Auf der Oberfläche der angewitterten Platten zeigt sich als häufiges Fossil *Gervilleia socialis*. Es folgen dann blaugraue, harte, kristalline, bis 4 cm starke Platten, in denen beim Aufschlagen die hellen

Schalen von *Pecten discites* in manchmal sehr großer Anzahl sichtbar werden. Die an anderen Stellen, z. B. in Thüringen, in der Nähe dieses Horizontes gelegene Spiriferinabank ließ sich nicht feststellen, wie ja, mit Ausnahme von *Terebratula,* die Brachiopoden im ganzen in Hessen sehr zurücktreten. In diesen Schichten kommen kleinere Formen aus der Verwandtschaft der *Pseudomelania* vor, welche aber wegen ihrer schlechten Erhaltung nicht näher bestimmbar sind. Der nächste wegen der Festigkeit seiner Gesteine unter den stark mit Schutt bedeckten Schichten wieder zu ermittelnde Horizont wird charakterisiert durch das häufige Auftreten von *Myophoria simplex* Schl. Er besteht aus harten, bis 6 cm dicken, innen blaugrauen Bänken; in ihnen kommt *Myophoria simplex* in ausgezeichnetem Erhaltungszustand und beträchtlicher Größe, in rostig braunen Höhlungen auswitternd, vor. Auch auf den Schichtflächen tritt sie auf in Gemeinschaft mit riesigen Exemplaren von *Gervilleia socialis.* Den Abschluß dieser Schichten bildet eine Bank mit *Terebratula vulgaris var. cycloides*, welche gewöhnlich zur Trennung der unteren und oberen Nodosenschichten benutzt wird. Von Ceratiten sind *Ceratites Münsteri* und *compressus* in reichem Maße vertreten. Ein höherer Horizont mit *Ceratites nodosus* und *semipartitus* konnte nicht nachgewiesen werden. Auffällig ist der Fund eines *Ceratites spinosus* in diesen Schichten, da diese Art sich sonst nur in höheren Niveaus findet. Insgesamt sind an Fossilien des oberen Muschelkalks an dem Dittershäuser Aufschluss nachgewiesen:

Encrinus liliiformis Lam.
Hinnites
Homomya musculoides Schl.
Anomia
Pecten discites Br.
Gervilleia socialis Schl.
Myophoria simplex
Terebratula cycloides Zenk.
Pseudomelania sp.
Natica gregaria Schl.

Ceratites Münsteri (Dien.) E. Phil.
Ceratites compressus Sandb.
Ceratites spinosus Phil.
Ceratites cf. armatus Phil.

Tektonik.

Die in dem Dittershäuser Graben enthaltenen Muschelkalkvorkommen bilden eine Folge kleiner, an zwei Randspalten abgesunkener Schollen, die häufig noch an Querbrüchen im Innern des Grabens gegeneinander verworfen sind. Eine dieser Querverwerfungen hat zur Bildung einer kleinen, senkrecht zur Richtung der Hauptspalten verlaufenden Röt-Wellenkalkversenkung im Innern des Grabens an dem Krumbach b. Allendorf Veranlassung gegeben.[1])

An der Ostseite haben die Randbrüche wohl nur geringe Schichtenverschiebungen bewirkt, während an der Westseite sämtliche drei Abteilungen des Muschelkalks neben mittleren Bunten Sandstein gebracht wurden. Als wahrscheinlichste Ursache für die Bildung des Grabens kann man den Abbruch[2]) der mesozoischen Sedimente während und nach der Heraushebung des Kellerwaldes annehmen.

Fritzlar-Homberger Graben.

Wie bei den schon geschilderten Vorkommen um Treysa herum, so ist auch hier das Auftreten des Muschelkalks an eine schmale, in Ost-Südost — West-Nordwest, also der hercynischen Richtung streichende Störungszone gebunden, die außer allen drei Stufen des Muschelkalks auch noch Reste jüngerer mesozoischer Schichten, nämlich Keuper und Lias, enthält. Dieser Graben setzt den von Nord-Nordosten kommenden und bei Wichte in nordwestliche Richtung übergehenden Spangenberg-Altmorschener Graben, welcher die Fortsetzung des Leinetalgrabens bildet, nach West-Nordwest fort und geht dann selbst unter Biegung nach Norden in den Naumburger und damit den Volkmarsener

[1]) Denckmann'sche Übersichtskarte des Kellerwaldes.
[2]) Denckmann, Erläuterungen zu Blatt Gilserberg.

Graben über. Da letzterer in engster Beziehung zu dem praecretacischen Bruchsystem des Eggegebirges steht, so vermittelt der Fritzlarer Graben den Zusammenhang des hannöverschen Bruchsystems mit dem der hessischen Senke.

Die genannten Sedimente sind im allgemeinen in Form einer Mulde gelagert, deren Charakter aber hier und da durch Auftreten von Brüchen und kleineren Nebenfaltungen im Innern der Mulde verwischt werden kann. Die Muldenachse verläuft in nordwestlicher Richtung von Mardorf nach Lendorf und Berge, wie das Vorkommen von Lias und Keuper bei Lendorf und Berge, sowie von Keuper bei Mardorf beweist. Die Ursachen für das Auftreten des in den hessischen Gräben ziemlich seltenen Lias und Keupers, sowie des oberen Muschelkalks sind wohl einerseits in der muldenförmigen Lagerung zu suchen, die durch die Einsenkung allein schon diese Formationsglieder in ein Niveau geringerer Erosion versetzte, andererseits in der Vertiefung der Sprunghöhe der den Graben bildenden Randverwerfungen durch Auftreffen auf zwei andere Störungszonen, die Niederbeisheimer und die Remsfelder.

Sämtliche drei Abteilungen des Muschelkalks sind wie schon erwähnt, gut ausgebildet. Im allgemeinen bringt er die typischen Muschelkalklandschaftsbilder hervor, deren Formen je nach der Lagerung und der Festigkeit der ihn zusammensetzenden Gesteine wechseln. Die festeren Platten und Bänke des oberen, Schaumkalk führenden Wellenkalks bilden in flacher Lagerung steile, bastionsförmig in die Landschaft vorspringende Höhen — so an der Efze bei Berge —, während der obere Muschelkalk in steiler Lagerung zwischen Mühlhausen und der Straße Hebel-Homberg einen steilen Rücken bildet.

Unterer Wellenkalk.

Der Wellenkalk unseres Grabens läßt sich überall in eine untere schaumkalkfreie und eine obere schaumkalkführende Stufe gliedern. Noch unsicher ist die Stellung einer an der Casseler Straße gegenüber dem Dorfe Berge anstehenden oolithischen Bank, die faunistisch nicht genug charakterisiert ist, um sie als Terebratel- oder Oolithbank

anzusprechen. Die untere, schaumkalkfreie Stufe ist bei weitem die schwächere und sehr wenig aufgeschlossen, da die Anwohner sich auf den Abbau der darüberliegenden Schichten beschränken, und auch der Wellenkalk meistens bis zu dieser Stufe eingesunken ist.

Der unteren Zone des Wellenkalks gehören zwei Bänkchen mit *Turbo greg.* und *Dentalium torquatum* an. Die darüber folgenden Oolithbänke *α* und *β* sowie die Terebratelbank sind nirgends mit Sicherheit nachzuweisen. Zu einer der beiden letzten Bänke ist die Bank an der Straße Homberg-Hebel zu stellen. Sie ist sehr hart, feinkörnig, hellgrau, innen rostfarben, typisch oolithisch, mit teilweise aufgelösten Muschelfragmenten und führte außer *Terebratula vulgaris*, die nur durch ein zerbrochenes Schalenstück nachzuweisen war, noch folgende Fossilien:

Pecten discites Br.
Myophoria sp.
Gervilleia mytiloides Gdf.
Natica
Pseudomelania scalata Schl.

Nach Vergleich der Oolithkörner dieser Bank mit den aus der Umgebung von Jena aus denselben Bänken beschriebenen[1]) möchte ich sie als Oolithbank der thüringischen Geologen betrachten, wofür ja auch das sehr seltene Vorkommen von Terebratelfragmenten spricht.

In demselben Aufschluß zeigte sich südlich einer Verwerfung, welche diese Oolithbank abschneidet, folgende Schichtenfolge, die ihres ungewöhnlichen Verhaltens wegen hier Erwähnung finden soll:

0,35 m oolithisch-schaumige, stark dolomitische, zuckerig ausschende Petrefaktenbank mit *Myophoria sp.*,
1,35 m ebenflächige graue Platten mit *Myophoria orbicularis* in vereinzelten Exemplaren,
1,90 m vermutlich derselben Schichten,
1,04 m wustiger Wellenkalk,
0,5 m Ockerkalk,
2 m sehr wulstreicher Wellenkalk.

[1]) Krech, Beitrag zur Kenninis der oolithischen Gesteine des Muschelkalks um Jena. Jahrbuch der Preuß. Geol. Landesanstalt 1911.

Die Horizontierung der dies Profil abschließenden dolomitischen Bank ist noch zweifelhaft. Da *Myophoria orbicularis* in den Liegendschichten der Bank nur vereinzelt auftritt, so scheinen diese Lagen nicht die Vertretung der Orbicularisplatten darzustellen, sondern das Zwischenmittel der Schaumkalkzone, in der *Myophoria orbicularis* ja schon vereinzelt sich findet. In diesem Falle wäre es die obere Schaumkalkzone, die von einer Kluft aus dolomitisiert wurde. Dies deuten auch die durch Dolomitisierung undeutlich gewordenen Fossilabdrücke an. Gegen diese Annahme spricht indeß, daß die Orbicularisschichten im Dorfe Berge ebenso arm an *M. orbicularis* sind. Bildet aber das Liegende der Bank die Vertretung der Orbicularisschichten, so wäre sie bereits dem mittleren Muschelkalk zuzurechnen, und wir hätten in dieser Gegend an der Basis des mittleren Muschelkalks oolithische fossilführende Bänke. Hand in Hand mit der Dolomitisierung der Oolithkörner ging eine solche Metamorphe ihrer Struktur, daß sich aus der Untersuchung der Oolithe keine Schlüsse auf die stratigraphische Stellung der Bank ziehen ließen.

Die Zone der Schaumkalkbänke findet sich gut aufgeschlossen an drei Stellen: im Dorfe Berge, bei Mühlhausen und an der Ziegelei bei Homberg. Bei der sprunghaft wechselnden Ausbildung dieser Zone auf ganz kurze Entfernung hin, sowie der außergewöhnlichen Ausbildung der Orbicularisplatten bei Berge sollen beide Profile hier zusammengestellt werden.

Berge	Mühlhausen
1,05 m Wellenkalk mit Wülsten	
0,06 m sehr harte Bank mit rostigen Muschelabdrücken	
0,20 m Wellenkalk	
0,04 m wenig charakteristische krist. Bank mit *Lima lineata, Myoph. orb.* und Crinoiden	

	Berge	Mühlhausen.
Obere Schaumkalkzone	5,10 m Wellenkalk	1,30 m etwas wulstige Wellenkalkplatten mit *Myophoria orbicularis*
	0,06 m harter, ockerfleckiger inwendig bläulicher Kalk	0,04 m Bank mit discordanter Parallelstruktur
	1 m Wellenkalk	0,88 m Wellenkalk
	0,04 – 0,05 m grauer harter Kalk	0,07 m Bank mit S-förmiger Zerklüftung
	1 m Wellenkalk	0,40 m wulstiger Wellenkalk
	0,12—0,14 m schaumige Petrefaktenbank	0,02—0,03 m oolithischer Schaumkalk 0,02 m senkrechtzerklüftete Bank 0,04 m dichter Kalk
	0,13—0,20 m Wellenkalk als Zwischenmittel	0,03 m wulstiger Kalk
	0,35 m harter grauer Kalk	0,39 m teils oolithischer, teils poröser Schaumkalk, nach oben wulstig, mit *Myophor. orb., elegans, vulg., laevigata, Turbo, Gervill. mytiloides* 0,05 m Bank mit senkrechter Zerklüftung
Untere Schaumkalkzone	3,40 m harter Kalk, nicht schaumig, mit Crinoiden und *Lima striata*	1,04 m grauer dickbankiger bituminöser Kalk.
	0,88 m Hauptschaumkalkbank, graugelb und schaumig, mit *Pseudomelania scalata* und *Pecten discites*	
	3 m Wellenkalk.	

Aus dem Profil geht hervor, daß der obere Wellenkalk der Homberger Gegend in seiner Ausbildung sehr wechselt, und welcher Mannigfaltigkeit in ihrer petrographischen Ausbildung besonders die Schaumkalkbänke unterworfen sind, namentlich wenn sie nicht in einer kompakten Bank, sondern in mehrere kleine Bänke aufgelöst sind. Immer fallen aber diese Einzelbänke, wenn auch ihr oolithischer Charakter nicht so stark hervortritt oder vollkommen verschwindet, durch bestimmte Eigenschaften, wie Bitumengehalt, senkrechte Zerklüftung, sigmoidale Struktur des Gesteins usw. auf. Obwohl im ganzen Wellenkalke vorkommend, treten diese durch die Auswitterung sichtbar werdenden Erscheinungen nirgends so häufig auf wie in der Nähe der Schaumkalkbänke und geben einen guten leicht erkennbaren Horizont für diese Zone ab. Namentlich unter der oberen Schaumkalkbank im Steinbruche zu Mühlhausen treten mehrere solcher Bänkchen mit transversaler und sigmoidaler Struktur auf. Die durchschnittliche Mächtigkeit der unteren Schaumkalkbank beträgt 1 m; die obere ist in mehrere Einzelbänke zerlegt, deren gesamte Mächtigkeit mit Zwischenmittel etwa 1,5 m beträgt. Beide Zonen sind durch $3^1/_2$ m Wellenkalk getrennt. In diesem Zwischenmittel treten bei Homberg weißlichgraue Kalkbänke auf, an deren Basis sich Wurmröhren befinden,

Den Angaben Volkmars[1]) über Fossilführung dieser Zone ist wenig hinzuzufügen. Je nachdem in der Ausbildung der Bänke der schaumige oder oolithische Charakter mehr hervortritt, ist die Erhaltung der Fossilien eine mehr oder weniger gute. Es sei noch bemerkt, daß in der unteren Schaumkalkbank der Morgen'schen Ziegelei zu Homberg eine *Homomya* aufgefunden wurde, welche von der *Homomya grandis* Gdf. einige Abweichungen zeigt. Die Stellung der Wirbel ist bei ihr nicht so terminal, sondern sie sind mehr nach der Mitte verschoben. Die Lunula ist vom Wirbel aus flacher gebaut und breiter; der hintere Teil der Muschel ist etwas ausgezogen. Der

[1]) Volkmar, E., Geolog. Schilderung der Gegend von Homberg, Dissert. Mbg.

Bau der Schale ist flacher. Das Fossil ist 58 mm lang und 4 mm hoch. Es stellt so einen Übergang von *grandis* Goldf. zu *ventricosa* Schl. dar.[1])

Die Orbicularisplatten als Grenzschicht gegen den mittleren Muschelkalk sind bei Mühlhausen als kalkig-mergelige Platten in der gewöhnlichen Weise ausgebildet. Anders steht es mit dem Abschluß des Schaumkalkvorkommens bei Berge, dessen Profil oben angegeben ist. Über der obersten Schaumkalkbank treten hier ca. 9 m Wellenkalk mit mehreren eingelagerten Bänken, von denen eine neben Crinoiden und *Lima lineata,* häufiger *Myophoria orbicularis* führt, auf. Daß hier zu *Myophoria orbicularis* noch andere Fossilien hinzutreten, kann die Annahme, daß die Bank die Vertretung der Orbicularisplatten darstelle, nicht beeinträchtigen und wäre höchstens ein Beweis für bessere Existenzbedingungen, wie geringeren Salzgehalt des Meeres u. a., die diese Tiere an dieser Stelle gehabt hätten. Auch von anderen Orten werden Zweischaler zusammen mit *Myophoria orbicularis* aus den Orbicularisplatten genannt[2]), allerdings niemals Crinoiden. Wäre also diese Bank eine Vertretung der Orbicularisplatten, so muß einerseits die erhöhte Mächtigkeit dieser sonst nur 2—4 m starken Schichten auffallen, andererseits würde dann hier der mittlere Muschelkalk mit fossilführenden Bänken mit wellenkalkartigem Zwischenmittel beginnen. Nimmt man aber, wie meist üblich, als Grenze gegen den mittleren Muschelkalk das Aufhören aller Spuren von organischem Leben im Gestein, so ist die Grenze noch höher zu legen.

Mittlerer Muschelkalk.

Der mittlere Muschelkalk ist im Verlauf des Grabens an mehreren Stellen gut aufgeschlossen. Sehen wir von den beiden oben erwähnten Vorkommen, die ev. zu dieser Schichtenfolge zu ziehen sind, ab, so beginnt er im Dorfe Berge, wenige Meter oberhalb des angegebenen Profils, mit grauen oder gelblichen, zuckerigen, dolomitischen

[1]) Siehe Tfl. II, Abb. 1.
[2]) Gläßner, Jurarelikte.

Platten. Gute Aufschlüsse finden sich weiterhin in einem Steinbruch gegenüber Mühlhausen, wo er unter Trochitenkalk sichtbar ist, sowie in einer Schlucht südlich Berge. An beiden Orten setzt er sich aus den gewöhnlichen graugelben bis weißlichen, plattigen Mergeln und zelligen Dolomiten zusammen. Hierzu treten nordwestlich Lendorf noch Spuren stark rotgefärbter Tone und Mergel, wodurch er Ähnlichkeit bekommt mit der linksrheinischen Ausbildung des mittleren Muschelkalks, in der solche roten Tone und Mergel ziemlich häufig auftreten. Ein Hornstein-führender Grenzhorizont unter dem Trochitenkalk ließ sich trotz der guten Aufschlüsse nicht auffinden, scheint also in Hessen nicht vorzukommen; jedoch beobachtete ich an dieser Stelle noch Zellendolomite mit drusenförmigen Ausscheidungen von Quarz, die vielleicht das Äquivalent der Hornsteine darstellen.

Oberer Muschelkalk.

Beide Stufen des Hauptmuschelkalks, Trochitenkalk und Nodosenschichten, sind vertreten. Ein guter Aufschluß für den Trochitenkalk findet sich gegenüber dem Dorfe Mühlhausen. Er setzt sich hier aus harten, oolithischen, splittrigen Bänken von wechselnder Mächtigkeit zusammen. Charakteristisch für den Trochitenkalk dieser Gegend ist das Zurücktreten der trochitenreichen Bänke sowie seine Fossilarmut — *Lima striata,* die sonst wegen ihrer Häufigkeit einen leicht erkennbaren Horizont abgibt, tritt hier nur sehr spärlich auf —, die noch dadurch erhöht wird, daß der Kalk von Klüften aus in Brauneisen umgewandelt und dabei die Fossilien resorbiert wurden. Nördlich von diesem Aufschluß im Trochitenkalke stehen die Schichten des oberen Hauptmuschelkalks an. In schräger Lagerung haben die Tonplatten einen lockeren, tiefgründigen, fruchtbaren Boden erzeugt. Die herumliegenden Blöcke führen hier außer *Ceratites Münsteri* E. Phil. und *compressus* Sandb. auch den breitrückigen *Ceratites nodosus.* Höhere Horizonte mit den Verwandten des *Ceratites semipartitus* wurden nicht beobachtet. Schichten mit dem typischen *Ceratites nodosus* finden sich weiterhin

auf der Lendorfer Höhe, bei Mardorf in der Nähe des Versuchsschachtes auf Eisensteine und südwestlich Berge in einer kleinen Schlucht.

Tektonik.

Die in der Fritzlar-Homberger Störungszone versenkten mesozoischen Schichten zeigen im allgemeinen eine muldenförmige Lagerung, die aber durch mannigfache Dislokationsvorgänge im Innern der Mulde, wie Faltungserscheinungen und Absinken kleinerer, streifenförmiger Schollen an Nebenspalten, in ihrem regelmäßigen Bau etwas gestört erscheint. Die östlichen Randbrüche der Mulde haben wohl nur geringe Schichtenverschiebungen bewirkt; jedoch läßt die Bedeckung mit tertiären Sanden und Tonen das Erkennen einer hier eventuell vorhandenen Flexur nicht zu. Der südliche Teil der Mulde dagegen scheint von größeren Störungen betroffen zu sein. Denn in dieser Synklinale fand eine doppelte Sattelbildung der Schichten statt, deren Folge eine Aufpressung des mittleren Muschelkalks in das Niveau des unteren Trochitenkalks war, wie das Emportauchen von mittlerem Muschelkalk unter Trochitenkalk in dem vorher erwähnten Steinbruche bei Mühlhausen zeigt. Ferner kam hier durch eine Verwerfung oberer Muschelkalk an zwei Stellen neben Wellenkalk zu liegen.

Remsfelder Graben.

Die eben behandelte, in Nordwestrichtung verlaufende Homberger Bruchzone läßt sich als Resultante einer ostwestlich gerichteten Komponente, der Niederbeisheimer, und einer nordöstlich gerichteten, der Remsfelder Bruchzone auffassen, eine Annahme, die noch große Unterstützung darin findet, daß die in gerader Linie zwischen Homberg und Harle im Verlaufe von parallel zu dem Homberger Graben gerichteten Spalten auftretenden Basaltmassen genau in die Richtung der Resultierenden der beiden eben erwähnten Störungszonen fallen. Der Rückersfeld-Remsfelder Graben[1]) läßt im Knüllgebirge nur Röt

[1]) Siehe die angefügte Übersichtskarte II.

und Wellenkalk von der Terebratelbank bis zu den ihn abschließenden Orbicularisplatten, sowie in seinem südlichen Teile bei Seigertshausen, wo er mit seinen Spalten unter den Basaltmassen des Knülls vollkommen verschwindet,[1]) die untersten Schichten gegen den Röt hin zu Tage treten, wenn wir von den kleinen, den Wellenkalk taschenförmig ausfüllenden Mengen tertiären Sandes auf der rechten Seite der Efze bei Remsfeld absehen. Gesteine und Fossilien höherer Stufen des Muschelkalks, welche sich an einer Stelle gefunden haben, sind wohl nur verstürzt. Die Schichten sind in Form einer schwach geneigten, aber durch nordwestlich streichende Spalten, von denen eine der Efze den Weg vorgezeichnet hat, mehrfach zerrissenen Mulde gelagert. Im Süden stieg der Basalt an einer sich auch weiter nach N. W. fortsetzenden Spalte auf und überkleidete die versenkten Sedimente als schützende Hülle. Die Zeit der Anlage des Grabens ist auch hier die Voroberoligocän- oder, mit Grupe, die Spätjurazeit. Dieser ersten oder Hauptphase folgte dann in nachoberoligocäner Zeit eine zweite posthume Dislokationsphase, die vielleicht durch die bei den gewaltigen Gas- und Magmaausbrüchen entstandenen Hohlräume verursacht sein könnte. Dieses zweite Absinken der basaltbedeckten Schichten zeigt sich meines Erachtens in der geradlinigen[2]) Begrenzung des Basaltes am Hirschberg gegen den mittleren Bunten Sandstein, die wohl einer Verwerfung entspricht.

Wellenkalk.

Der Wellenkalk ist, wie schon bemerkt, mit den untersten Schichten der unteren Abteilung, sowie vollständig in seinem oberen Teile von der Terebratelbank an vertreten. Seine höheren Bänke haben infolge der größeren Härte des Gesteins am Abhange des Eisenberges nach Reddingshausen zu einen deutlich sichtbaren terassenartigen Abfall hervorgerufen; auch an der Straße Reddingshausen - Remsfeld bildet der Wellenkalk infolge

[1]) O. Grupe A. a. O.

[2]) Vgl. Dechen'sche Karte, Blatt: Frankfurt-Cassel.

seiner hier wenig geneigten Lagerung markante Geländeformen.

Der untere Wellenkalk besteht bei Seigertshausen aus steil aufgerichteten und teilweise stark geknickten, gestauchten, bröckelig-wulstigen Schichten. Eine etwa 5 m über der Rötgrenze befindliche 10 cm dicke, blaue, tonige Bank mit *Lima*, *Pecten* und in größerer Anzahl *Myophoria vulgaris* weist sie dem untersten Wellenkalk zu.

Die Zone der Terebratelbank ist gut aufgeschlossen in der Nähe des Remsfelder Wasserreservoirs. Sie besteht hier aus drei Bänken von 17, 15 und 23 cm Dicke, von denen die beiden oberen auch zu einer einzigen 35 cm mächtigen, durch 3,5 cm Zwischenmittel von der unteren getrennten Bank vereinigt sein können. Das Gestein ist sehr hart und bis auf die letzten 10 cm oolithisch, mit rostbraunen, mulmigen oder löcherigen Zwischenlagen. Auf die Oolithe wird später noch eingegangen werden.

Von Fossilien treten Crinoidenstielglieder in großer Menge auf; Terebratula selbst, die der Bank den Namen gegeben hat, ist nur sehr spärlich vertreten. Im ganzen wurden gefunden:

Encrinus Carnalli BEYR.
Pseudomelania scalata SCHL.
Pseudomelania sp.
Gervilleia socialis SCHL.
Pecten discites BR.
Myophoria vulgaris BR.
Lima lineata GOLDF.
Terebratula vulgaris SCHL.

Das mit *Pseudomelania sp.* bezeichnete Gastropod zeichnet sich durch seine Größe und eine unterhalb der Nahtlinie parallel zu ihr verlaufende zweite Längslinie aus. Ein ähnliches Stück ist bei WALTHER[1]) ohne nähere Bezeichnung abgebildet.[2])

Der Gehäusewinkel ist etwas größer als bei der gewöhnlichen *Pseudomelania* und beträgt ca. 30°.

[1]) K. Walther, 12 Tafeln der verbreitetsten Fossilien aus dem Buntsandstein und Muschelkalk der Umgebung von Jena. Tafel VIII, 53.

[2]) Siehe Tafel II Abb. 3.

Die Zone der Schaumkalkbänke beginnt etwa 6—7 m über der Terebratelbank mit einer 15—20 cm starken oolithischen Bank, welche hier in reichem Maße Stielglieder von *Encrinus liliiformis* führt. Die Hauptschaumkalkverbreitung liegt etwa 20 m höher und ist an beiden Flügeln der Mulde zu Rückersfeld und zu Remsfeld durch Steinbruchsbetrieb gut aufgeschlossen.

Bemerkenswert ist der große Reichtum der unteren Hauptschaumkalkbank zu Remsfeld an Crinoidenstielgliedern, der hier so groß wird, daß er für diese Zone den Namen Crinoidenkalk rechtfertigen würde. Je nach der mehr oder weniger oolithischen Ausbildung des Gesteins sind die Stielglieder entweder als spätige Durchschnitte im Gestein oder in rostfarbenen, sehr schönen Exemplaren erhalten.

Von Wichtigkeit ist weiter das Auftreten von Crinoiden im Niveau der oberen Schaumkalkbank, da diese sonst auf die unteren Schaumkalkbänke beschränkt bleiben und für sie direkt charakteristisch sind.

Neben *Encrinus Carnalli* kommt seltener *Pentacrinus dubius* BR., dieser namentlich auf einigen Platten des Wellenkalkes, vor. Bestimmte Bänke der Schaumkalkzone, namentlich die direkt über den schaumigen Bänken liegenden, machen oft einen stark zerfressenen Eindruck, infolge von zahlreichen im Gestein vorhandenen Löchern von Bohrwürmern.

Den Abschluß des Wellenkalks bilden, wie überall in Hessen, so auch hier, die nach der leitenden *Myophoria orbicularis* benannten Platten. Sie sind ausgebildet als kalkig mergelige, ziemlich spröde Bänke, auf denen *Myophoria orbicularis* an Zahl weit zurücksteht hinter *Myophoria vulgaris*. Auch fanden sich in dieser Zone in einem Aufschluß am Wassergraben nördlich des Steinbruches Remsfeld Bruchstücke eines splittrigen, schwach oolithischen Kalks mit Crinoiden, *Pecten discites* BR. und *Gervilleia socialis*, welche ganz den Habitus der Discitesschichten des oberen Muschelkalks besaßen und auch wohl als verstürzte Schollen aufzufassen sind.

Oberaulaer Graben.

Der Oberaulaer Graben verläuft parallel mit dem Remsfelder von Weißenborn über Oberaula nach Hattenbach und gehört damit gleich jenem dem variscischen Bruchsysteme an. In seinem südlichen Teile umfaßt er Röt und Wellenkalk, nach Norden treten noch mittlerer und oberer Muschelkalk sowie Keuper hinzu. Ausgezeichnet ist dieser Graben durch das reihenweise Auftreten von kuppen- und deckenförmigen Basaltmassen an parallel zu ihm streichenden Bruchspalten, welche, in das Innere des Grabens hinübergreifend, die in ihm versenkten Triassedimente, namentlich die jüngeren Glieder derselben, mit einer schützenden Decke überkleidet haben. Dieser Umstand hat das Zurücktreten der typischen Muschelkalk-Landschaft gegen die basaltische Kuppen-Landschaft zur Folge. Der von dem Rande der Kuppen ausgehende Basaltschotter hat mit den Verwitterungsresten des Muschelkalks da, wo dessen Schichten in geneigter Lagerung der Verwitterung mehr Angriffsfläche boten, einen tiefgründigen kalkigen Lehmboden erzeugt, der sich zum Ackerbau sehr geeignet erweist. Die Lagerung der Schichten ist im allgemeinen muldenförmig, wobei durch eine quer zur Mulde verlaufende Aufsattelung mit nordost-südwestlicher Achse der Wellenkalk zwischen Weißenborn und Hausen im alten Niveau verblieb und ohne den Schutz einer Basaltdecke bald beseitigt wurde, so daß jetzt der Röt zu Tage tritt. Der südliche Teil der Mulde ist offenbar von größeren Störungen nicht betroffen worden; denn nach Grupe [1]) haben die Randbrüche zwischen Weißenborn und Oberaula nur geringe Schichtenverschiebungen bewirkt. Nach Norden zu wird der Betrag des Absinkens mesozoischer Schichten an den Randspalten größer, so daß der Graben hier auch jüngere Stufen umfaßt und u. a. oberer Muschelkalk unter Ausfall von mittlerem und unterem neben Röt gebracht worden ist.

Die weite Erstreckung des Oberaulaer Grabens beweist das Auftreten von Röt und Wellenkalk bei Alberode, sowie von Röt im mittleren Buntsandstein bei Ottrau.

[1]) Grupe, a. a. O.

Wellenkalk.

Der Wellenkalk kommt in seiner unteren Abteilung außerhalb des eigentlichen Grabens bei Alberode, sowie an seinem nördlichsten Ende bei Hattenbach und Kirchheim vor. Es sind bei Alberode flaserige, zerbröckelnde Kalkplatten, nur wenige Meter mächtig, mit einem eingelagerten Gregarius-Bänkchen. Ein höherer Horizont, ungefähr 5 m wulstige Kalke mit zwei kristallinen Bänken, findet sich bei Hattenbach. Neben *Lima lineata* tritt hier in größerer Verbreitung *Myophoria vulgaris* auf; darnach gehört dieses Vorkommen dem untersten Wellenkalk an.

Der obere Wellenkalk ist, wie schon oben erwähnt, nur im eigentlichen Graben vertreten und von der Zone der Schaumkalkbänke an bei Weißenborn und Oberaula in Steinbrüchen gut aufgeschlossen. Die Terebratelbank als Grenzschicht zwischen der unteren und der oberen Region des Wellenkalks war wegen des Fehlens von Aufschlüssen in dieser Zone nirgends mit Sicherheit nachzuweisen; jedoch tritt bei Weißenborn etwa 10—12 m unter der ersten größeren Schaumkalkbank eine sehr harte, stark eisenschüssige, Fossilien führende Bank auf, die sie vielleicht vertritt.

Die untere Schaumkalkbank wird bei Oberaula eingeleitet durch blaugraue Kalksteine, die stellenweise von Bohrwürmern stark durchlöchert sind. Über dieser Zone, da, wo der oolithische Habitus der Bank beginnt, sind flache Gerölle von schwacher Kantenabrollung in geringer Zahl anzutreffen. Bei Weißenborn ist die erste untere Hauptschaumkalkbank ziemlich stark dolomitisiert und hat bald ein oolithisches, bald ein zuckerkörniges, kristallines Aussehen, je nach dem Grade der stattgefundenen Dolomitisierung. Die Fossilien sind bei der Umwandlung ausgelaugt worden, und das Gestein zeigt daher zahlreiche Hohlräume. Nach oben hat die Bank ihren schaumig-porösen Charakter behalten.

Das Zwischenmittel zwischen den unteren und den oberen Schaumkalkbänken besteht aus wulstigen, dünnplattigen Kalken mit einigen festeren Bänken *Myophoria*

orbicularis tritt in diesem Horizont schon in vereinzelten Exemplaren auf. Die Fauna der Schaumkalkzone besteht aus:

Nautilus dolomiticus Quenst.
Beneckeia Buchi Alb.
Pseudomelania scalata Schloth.
Turbo gregarius Schloth.
Pecten discites Br.
Myophoria orbicularis Br.
Myophoria ovata Br.
Myophoria vulgaris Br.
Myophoria elegans Br.
Gervilleia socialis Schloth.
Gervilleia mytiloides Schloth.
Gervilleia subglobosa Cred.
Lima lineata Goldf.
Encrinus liliiformis Lam.
Encrinus Carnalli Beyr.
Nothosaurus sp.
Zähne und Rippen.

Die Ammoniten des Wellenkalks unterscheiden sich in ihrem Erhaltungszustand nach Beyrich[1]) sehr von den Ammoniten der Nodosenschichten dadurch, daß sie nicht als vollständig ausgefüllte Steinkerne vorkommen, sondern, daß der Gestein-Schlamm nur an einzelnen Stellen in das Innere der Schale eindrang; „der nicht erfüllte Teil blieb leer und eine Kalkspatrinde erhielt die gebrechlichen Kammerwände, ohne daß die Schale zusammengedrückt oder verzerrt wurde.“ Durch spätere Auflösung der Kalkspatrinde und der äußeren Schale erscheinen die ausgefüllten Teile „in ähnlicher Erhaltung wie die vollkommen erhaltenen inneren Muschelkerne des Schaumkalks“ und lassen den Verlauf der Kammernähte beobachten. Das vorliegende Stück, eine *Beneckeia Buchi* aus der untersten Schaumkalkbank von Weißenborn, zeigt diese letzte Phase der Erhaltung nicht. Die freiliegenden inneren Kammerwandungen sind in Kalkspat übergegangen, und die Kammern sind bis auf den letzten

[1]) Beyrich, Die Ammoniten des unteren Muschelkalkes.

inneren Umgang, der mit rostbraunem, porösem Schaumkalk ausgefüllt ist, vollkommen leer.

Die Grenzschichten zwischen Wellenkalk und mittlerem Muschelkalk, die Orbicularisschichten, sind als plattige, mürbe Mergelkalke mit zahlreichen Steinkernen und Abdrücken von *Myophoria orbicularis* ausgebildet.

Mittlerer Muschelkalk.

Die Mächtigkeit des mittleren Muschelkalks ist durch Auslaugung seiner salz- und gipsführenden Schichten sowie durch Verwerfungen stark verringert. Sie mag noch ca. 20 m betragen. Soweit erkennbar, zeigt er in seiner Ausbildung keine Abweichungen von der gewöhnlichen Entwicklung des übrigen mittleren Muschelkalks in Hessen. Seine mäßig harten, dolomitischen, tonigen Platten haben zusammen mit den Verwitterungsprodukten des basaltischen Diluviums einen sehr fruchtbaren Ackerboden geliefert.

Oberer Muschelkalk.

Gute Aufschlüsse dieser Schichtenfolge fehlen unserm Gebiete vollständig.

Nach den an der Basaltkuppe des Nöll herumliegenden Blöcken mit den bezeichnenden Fossilien des oberen Muschelkalks — unter ihnen kommt namentlich *Terebratula vulgaris* neben Stielgliedern von *Encrinus liliiformis* häufiger vor und fällt durch ihre glänzende Schale auf — scheint das Gestein sich von seiner Ausbildung im übrigen Hessen nicht zu unterscheiden.

Außer der oberen Abteilung des Trochitenkalks, splittrigen, schwach oolithischen, mit *Encrinus* wie übersäten Bänken, sind noch die kristallinen, härteren Schichten der unteren Tonplatten in einer Mächtigkeit von wenigen Metern vorhanden. Ceratiten wurden in diesem Horizonte nicht wahrgenommen.

Naumburger Graben.

Der Naumburger Graben[1]) bildet die Fortsetzung der Homberg-Waberner Bruchzone nach Norden und verläuft vorwiegend als Röt-Muschelkalkgraben in Südsüdost-Nordnordwestrichtung von Fritzlar über Naumburg nach Volkmarsen. Hier entwickelt er sich zu der Volkmarsener Liasmulde und geht schließlich ganz allmählich in die präcretacischen Bruchbildungen des Eggegebirges über. Damit stellt er eine Verbindung der Bruchsysteme des hessischen und des hannöverschen Berglandes her. Er ist der einzige der hessischen Gräben, als dessen Entstehungszeit wegen seines allmählichen Überganges in das von Stille als jungjurassisch festgestellte Bruchsystem des Eggegebirges mit ziemlicher Sicherheit die Spätjurazeit gelten kann. Sicher feststehend ist, wie für alle hessischen Gräben, so auch für ihn, ein voroberoligocänes Alter. Auch in diesem Graben sind einige Schollen Muchelkalks von Basalt überlagert, aber nur an der östlichen Seite. Die Bedeckung mit Basalt hinderte teilweise die Ausbildung typischer Geländeformen. Nur da, wo der Kalk im weiteren Verlauf des Grabens direkt an die Höhen des mittleren Buntsandsteins stößt, oder nur durch schmale Streifen Röt von ihm geschieden ist, konnte die Erosion den Kalk, wenn auch wenig, herausarbeiten.

So bildet das Gestein also im allgemeinen nur die leichte Böschung von der Höhe des mittleren Buntsandsteins nach dem Tal des Elbebaches zu und tritt nur an der Ostseite kurz vor Altendorf in schroffen Höhen mit steilen Abhängen und bei Heimarshausen, wo er in flacher Lagerung steile Rücken bildet, in typischen Geländeformen auf.

Wellenkalk.

Der Wellenkalk ist sowohl mit seiner unteren schaumkalkfreien, wie mit seiner oberen, schaumkalkführenden Stufe vorhanden. Die Terebratulabank als Grenzschicht der unteren gegen die obere Abteilung war nirgends an-

[1]) Vgl. Denckmann, Übersichtskarte des Kellerwaldes.

stehend nachzuweisen, was wohl außer im Fehlen künstlicher Aufschlüsse hauptsächlich seinen Grund darin hat, daß die tieferen Stellen des Elbetales, an denen diese Bank anstehen könnte, mit alluvialem Lehm bedeckt sind.

Typischer Schaumkalk wurde mehrfach beobachtet. Gut aufgeschlossen ist die untere Schaumkalkbank in einem Bruche an der Eckerichswarte bei Geismar; es fand sich hier folgendes Profil:

ca 5 m Wellenkalk,
0,69 m 3 Schaumkalkbänke,
4,20 m dünnschichtiger Wellenkalk, wenig wulstig,
1,54 m weißer Kalkstein mit knollig-knorrigen Einlagerungen,
1,25 m oben dichter blaugrauer Kalk, nach unten schwach oolithisch,
1,15 m Schaumkalk,
0,70 m Schaumkalk,

Die untere Schaumkalkzone hat hier die anormale Mächtigkeit von 1,85 m. Das typisch entwickelte Gestein ist hellgrau und nur wenig ausgelaugt und enthält neben vorzüglich erhaltenen Exemplaren von *Myophoria vulgaris*, *laevigata* und *elegans* noch in Steinkernen *Pseudomelania scalata* Schloth., *Pecten*, *Encrinus*, *Gervilleia*, *Natica* u. a.

In der Mitte der oberen Bank, aber kaum von ihr zu trennen, befindet sich ein starker Wurmröhrenhorizont, was auf eine kurze Zeit andauernde Änderung der biologischen Verhältnisse an dieser Stelle hindeutet. Dieser Wechsel bot erst den Würmern die Möglichkeit der Ansiedelung. Die blauen Bänke im Liegenden der Schaumkalkbank enthalten zahlreiche Gerölle. Diese sind ziemlich flach und zeigen nur geringe Kantenabrollung; ihre Länge beträgt bis zu 5 cm, die durchschnittliche Dicke 4—10 mm.

Alle Anzeichen, besonders ihre dunkelblaugraue Färbung, sprechen dafür, daß sie aus den härteren, etwas kieseligen, schiefrigen Schichten des oberen Wellenkalks herstammen, also Reste eines aufgearbeiteten Meeresbodens darstellen. Außer den Geröllen enthält diese Bank noch in großer Menge Crinoidenstielglieder.

Die Oberflächen, sowie auch das Innere der Schaumkalkbänke dieses Bruches zeigen häufig stylolithenähnliche Riefen, die namentlich an Stellen starker Faltenbildung hervortreten. Sie rühren wohl von der Verschiebung der Schichten gegeneinander bei der Stauchung her. Häufige Ansätze zur Bildung echter Stylolithen, starke Kalkspatadern, sowie die Schieferung der Schaumkalkbank an einzelnen Stellen deuten ebenfalls die Gewalt der Kräfte an, die bei der Bildung des Grabens tätig waren. Die größeren Fossilien sind bei diesen Vorgängen vollkommen zerpreßt worden, und nur die kleineren sind erhalten.

Oolithische Bänke der oberen Schaumkalkzone fanden sich auch bei Züschen. Hier unterscheidet sich diese Zone in ihrer Ausbildung in nichts von derjenigen der benachbarten Gräben.

Die Orbicularisplatten als Grenzschichten des Wellenkalks gegen die Dolomite des mittleren Muschelkalks wurden auf den Feldern westlich des Heiligenberges in großen Brocken beobachtet. Sie bestehen hier aus schwach dolomitischen, kalkig-mergeligen Platten mit Abdrücken und Steinkernen des leitenden Fossils und sind zum Teil im Innern ganz von ihm erfüllt.

Mittlerer und oberer Muschelkalk.

Mittlerer Muschelkalk tritt an keiner Stelle des Grabens zu Tage. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß er von den überlagernden Trochitenkalkschichten überrollt und verschüttet ist.

Reste von Trochitenkalk sind östlich von Geismar, bei Heimarshausen und westlich von Altendorf vorhanden. Gute Aufschlüsse fehlen vollständig in diesem Gebiete. Nach den splittrigen, mit *Encrinus liliiformis* wie übersät erscheinenden Blöcken, die an allen 3 Stellen herumliegen, scheint das Gestein dieselbe Ausbildung zu haben wie in den benachbarten Gräben.

Tektonik.

Die Lagerung der Schichten im Naumburger Graben ist im allgemeinen muldenförmig. Er beginnt im Süden

mit kleinen Einbrüchen, von mit einseitigem Fall nach Osten abgesunkenen Schollen, um sich von Züschen an zu einer regelrechten doppelflügeligen Mulde zu entwickeln. Im Süden haben die Schichten auf der Westseite wohl keine so große Störung erlitten wie auf der Ostseite. Denn es befindet sich hier zwischen dem mittleren Bunten Sandstein und dem Wellenkalk des Grabens ein kleiner Streifen Röt. Weiter nördlich ist es umgekehrt.

Die durch den Graben gebildete Mulde wird von Längsstörungen, an die vornehmlich das Auftreten des Trochitenkalks gebunden ist, durchsetzt. Zu dieser Längszerstückelung tritt noch eine Quergliederung durch quer zu der Richtung der Randspalten verlaufende Störungen. Diese sind nicht, wie bei den meisten hessischen Gräben, auf das Innere des Grabens beschränkt, sondern können auch über die Randspalten hinausgehen. Den geologischen Zusammenhang unseres Grabens mit dem Kellerwalde beweist ein bei Geismar entspringender Kohlensäuresprudel von der Zusammensetzung des Wildunger Wassers, der auf einer solchen Querstörung liegt.[1])

[1]) Vgl. Denckmann, Geolog. Erläuterungen zu Blatt Gilserberg

Petrographische Untersuchungen an den Oolithgesteinen des Hessischen Muschelkalks.

Unter Oolithen versteht man kugelige Gebilde von konzentrisch schaligem und radialstrahligem Aufbau der einzelnen sie zusammensetzenden Teilchen. Die aus kohlensaurem Kalk bestehenden Oolithe sind wahrscheinlich in der metastabilen Form dieses Stoffes, dem Aragonit, gebildet und erst später in die stabilere Form des Kalkspats übergeführt worden[1]; jedoch können sie auch nach Krech direkt in dieser zweiten Form entstanden sein.[2] Bei dem Übergange der Aragonitoolithe in Kalkspat verschwand meistens die feinere Struktur der Körner, so daß ihr radialer Aufbau im Dünnschliff dann nicht mehr zu erkennen ist[3]. Das Oolithkorn ist nur noch kryptoradial aufgebaut. Für diese Art der Oolithe ist von einzelnen Forschern der Name „Oolithoid" aufgestellt worden. Da dieser Ausdruck, wörtlich übersetzt, nur ein oolithähnliches Gebilde bezeichnet, diese „Oolithoide" aber nur chemisch umgewandelte, echte Oolithe mit kryptoradialer Struktur darstellen, so soll für beide Arten der Name Oolith beibehalten werden. Hierzu kommt noch, daß eine genaue Abgrenzung zwischen beiden nicht möglich ist und alle möglichen Übergänge von der radialen Struktur bis zur kryptoradialen vorhanden sein können.

Im Muschelkalk sind die radialfaserigen und konzentrischschaligen Oolithe auf den unteren Teil des Trochitenkalks beschränkt, während solche mit nur konzentrischschaligem Aufbau in den oolithischen und schaumigen Bänken des Wellenkalks vertreten sind. Der schaumigporöse Habitus der jüngeren Bänke dieser Stufe ist durch Auslaugung einzelner Oolithkörner hervorgerufen worden.

[1]) G. Linck, Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. Neues Jahrb. für Mineralogie. Bd. 16.

[2]) Krech, Beitrag zur Kenntnis der oolithischen Gesteine des Muschelkalks um Jena. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. L.-Anst.

[3]) K. Andrée, Die Diagenese der Sedimente. Geolog. Rundschau 1911. Bd. II.

Im Gegensatz zu den relativ gleichmäßigen Formen des Trochitenkalks wechseln die Oolithe des Wellenkalks, welche bei der Diagenese stärker beeinflußt sind, mehr in ihrer Form; jedoch kommen bei beiden hauptsächlich runde und ovale Formen vor, gegen die sack-, schlauch- und stäbchenförmige Gebilde zurücktreten. Den Kern bildet häufig ein Fossilrest. Foraminiferen als Kernzentren ließen sich in den Oolithen des hessischen Muschelkalks zum Unterschiede von denen des Thüringischen, in dem sie häufiger zu bemerken sind[1]), nicht feststellen. Durch das überwiegende Auftreten des hessischen Muschelkalks in Gräben und seine damit zusammenhängende starke Zerklüftung boten namentlich die Oolithe des Wellenkalks der Verwitterung eine große Angriffsfläche, so daß die mannigfachsten Wirkungen derselben an ihnen zu beobachten sind. Im allgemeinen zeigen sie mit den von Krech beschriebenen Oolithen der Umgebung von Jena große Ähnlichkeit, wenn man von der schlechten Erhaltung und den durch undeutlichen Aufbau fortfallenden Merkmalen, wie Speichenstruktur u. a., absieht; insbesondere zeigen die hessischen Oolithe der einzelnen Bänke dieselbe für die betreffende Bank charakteristische Ausbildung wie die Jenenser. Es war dadurch möglich, bestimmte Bänke durch Vergleich ihrer Oolithe mit den von Krech beschriebenen genau zu horizontieren. Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir zu einer kurzen Beschreibung der einzelnen oolithischen Gesteine des hessischen Muschelkalks und der sie zusammensetzenden Oolithkörner, der Ooide, wie sie Kalkowsky[2]) genannt hat, über und lassen dann eine kurze Beschreibung ihrer Umwandlung bei der Dolomitisierung folgen.

1. Oolithe des Wellenkalks.

a) Oolithe der Oolithbank OOβ an der Straße Hebel-Homberg.

Das Gestein ist sehr hart, von hellgrauer Färbung, mit rostigen Einlagerungen. Es ist schwach porös und

[1]) Krech, a. a. O.

[2]) Kalkowsky, Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein, Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1908.

enthält viele Fossilfragmente. Die Oolithkörner treten ziemlich gleichmäßig auf und machen nahezu die Hälfte des Gesteins aus. Sie sind rund bis oval, seltener länglich-stäbchenförmig und haben eine durchschnittliche Größe von 0,25 mm. Alle Körner tragen die Anzeichen einer starken Anwitterung an sich, die in der Auslaugung des inneren Kernes und Infiltration desselben mit Eisenhydroxyd an Spalten vom äußern Ring aus ihren Ausdruck findet. Hiermit geht das Verschwinden der Zonarstruktur Hand in Hand. Weiterhin treten noch sehr feinkörnige, aus Calcit bestehende Oolithe auf, deren innerer Kern sich in der Korngröße von der Grundmasse kaum unterscheidet, deren äußerer Ring aber durch größere Feinheit und größere Dichtigkeit sich auffällig von dieser abhebt. Gleichzeitig zeigt dieser äußere Ring eine Trübung durch plastische Substanz, wahrscheinlich minimale Spuren von dem Pigment des primären Ringes. Diese Art der Körner nimmt nach dem Rande der Bank zu, stellt also den Zustand stärkerer Verwitterung der Oolithe dar. Die Körner heben sich von der Grundmasse deutlich, aber ohne scharfe Begrenzung, ab.

Mitunter kommen auch Übergänge zwischen beiden Formen vor. So glich ein Korn von der einen Seite den Oolithen der ersten Art; an der anderen Seite aber zeigte es den fast eisenfreien Ring der Körner der zweiten Art. Der Kern war ziemlich ausgelaugt und zum größten Teile hohl. Die Poren des Gesteins sind bald oval, bald länglich-stabförmig, je nachdem sie durch Auslaugung eines typischen Oolithkorns oder eines solchen mit Fossileinschluß entstanden sind. Es kommen auch in ihrer äußeren Gestalt verzerrte Formen vor, die sich durch Durchbrechung der Scheidewand zweier Poren gebildet haben. Die Poren zeigen entweder gar keine Abgrenzung gegen die Grundmasse oder einen feinen Saum, der aus dem Eisenhydroxyd des ehemaligen Ringes besteht.

Mitunter sind die Poren wieder nachträglich mit Calcitmasse ausgefüllt; jedoch läßt sich nicht erkennen, ob die mit äußerem Saum oder die ohne denselben mehr von dieser Ausfüllung betroffen worden sind.

b) Oolithe der Terebratelbank zu Remsfeld.

Das Gestein ist sehr hart, fein porös, grau bis rostbraun, mit ziemlich reicher Fauna.

Die Oolithe sind zahlreich vorhanden und haben eine durchschnittliche Größe von 0,36 mm Durchmesser. Sie nehmen etwa die Hälfte des Gesteins ein. Je nach dem Gehalt an Pigment und der Korngröße lassen sich zwei Formen unterscheiden. Die erste Art besteht aus feinkörnigen, trüben Calcitanhäufungen von ziemlich heller Färbung, mit nur ganz schwach durch geringe Pigmentanreicherung angedeutetem äußeren Rande und wenig auffallender Zonarstruktur, ohne jeden radialen Aufbau. Durch geringe Erhöhung des Pigmentgehaltes nach dem Innern zu nimmt das Oolithkorn eine fast einheitliche Färbung an, wodurch die Zonarstruktur vollkommen verschwindet. Der feinkörnige Kern kann durch einzelne größere Calcitindividuen ersetzt werden; dabei nimmt die Intensität der Färbung ab. Diese Körner zeigen immer einen deutlich sichtbaren zonaren Aufbau.

Die Form dieser Oolithe ist rund oder oval oder auch langgestreckt, je nachdem der Kern durch ein Calcitaggregat oder einen Fossilrest gebildet ist; jedoch war ein solcher nur in einem Falle vorhanden.

Die zweite Art der Oolithe besteht aus stark mit Eisenhydroxyd durchtränkten Calcitaggregaten von mittlerer Größe des sie zusammensetzenden Kernes und teilweise eckiger Begrenzung. Der innerste Teil des Kernes ist eisenfrei, sofern er nicht vom äußeren Ring aus mit Eisenhydroxyd infiltriert worden ist. Diese Veränderung ist bei den meisten Körnern zu beobachten und ist sehr oft, wenn die Oolithe nahe genug aneinander liegen, mit der Bildung von Oolithaggregaten durch Übergang von mehreren Körnern — ich zählte einmal 6—8 — zu einem einzigen unregelmäßig gestalteten Oolithkomplexe verknüpft. Der innere Kern kann durch einen größeren Kristall ersetzt werden. Die deutliche rhomboedrische Begrenzung dieses Kristalls zeigt eine schwache Dolomitisierung einzelner Körner bei der Umkristallisierung an.

Die nur in wenigen Fällen und nur bei einzelnen Körnern sichtbare Zonarstruktur kommt dadurch zu Stande, daß sich um das brauneisenarme Innere ein äußerer sehr eisenreicher Ring legt.

Poren sind im Gestein nur in ganz geringer Anzahl vorhanden. Sie wurden gebildet durch Auflösung des Kernes und zeigen eine ringförmige, unregelmäßige Auskleidung mit Eisenhydroxyd. Die Grundmasse des Gesteins besteht aus fein- bis mittelkörnigen, eisenarmen Calcitkriställchen von sehr lockerem Gefüge.

c) Oolithe der unteren Schaumkalkbank von Winterscheid.

Das Gestein der unteren Schaumkalkbank zu Winterscheid hat den porig-löcherigen Habitus des typischen Schaumkalks. Seine Farbe ist grau bis rostigbraun infolge verwitternden Eisenoxyds. Muschelschalen sind in ihm ziemlich selten und wohl meist in das Gestein miteingezogen.

Die Oolithe zeigen entweder einen gleichförmigen, oder einen konzentrisch-schaligen Aufbau ohne radiale Struktur. Bei den zonar aufgebauten läßt sich ein innerer Kern und ein äußerer Ring unterscheiden. Der innere Kern besteht aus einer mehr oder weniger dichten, unregelmäßigen Anhäufung von Calcit-Körnern, die durch Umkristallisation in einen größeren Kalkspatkristall übergehen, oder auch vollständig ausgelaugt sein können. Fossilreste als Kerne sind wenig häufig. Sehr selten war der Ring dreiteilig; eine dazwischen liegende hellere Zone trennte dann eine innere und eine äußere dunklere Zone. Die Form der Oolithkörner ist gewöhnlich rund bis oval, bei größeren Kristallen und Fossilresten im Kerne diesen entsprechend. Die kleinsten Körner haben einen Durchmesser von 0,12 mm, die größten von 0,2 mm; am meisten kommen solche von 0,17 mm Durchmesser vor. Die Farbe des Kernes besteht aus fein verteiltem Eisenhydroxyd und ist etwas heller als die des Ringes. Das eingestreute Pigment nimmt von der Mitte aus mit abnehmender Korngröße und wachsender Dichtigkeit der die Oolithe zusammensetzenden einzelnen Kalkspatindividuen an Dichtig-

keit zu. In dem geringeren Gehalte an eisenreichem Bindemittel scheint der Grund für die leichtere Löslichkeit des Kerns gegenüber dem äußeren Ringe zu liegen.

Die Auflösung des Kernes kann vollständig oder partiell erfolgen. Der letzte Fall kann auch dadurch eintreten, daß mehrere Kalkspatindividuen des Kerns sich unter Raumverminderung zu einem einzigen vereinigen. Die Oolithe mit ausgelaugtem Kerne zeigen an ihrem Rande ebenfalls eine durch Eisenhydroxyd gefärbte, dichte Begrenzung. Etwa ein Drittel der Oolithe ist ausgelaugt. An den Wänden der Poren sitzen hier und da drusenförmig aufgewachsene Kristalle.

Das Zwischenmittel zwischen den Oolithen besteht aus einer Anhäufung feinkörniger, gleichmäßiger Calcitkriställchen. Bisweilen sind sie an den Rändern durch den äußeren Ring hindurch in die Oolithkörner hineingewachsen.

d) Oolithe der oberen Schaumkalkbank von Homberg.

Die durchschnittliche Größe der Oolithkörner beträgt 0,225 mm im Durchmesser. Ihr Anteil am Gestein etwa $^1/_3$. Die Körner besitzen meist einen fast vollkommen runden, seltener einen stäbchen- oder schlauchförmigen Umriß. Sie setzen sich zusammen aus einem inneren feinkörnigen Calcitaggregat und einem dieses umlagernden, dichten, pigmentreichen Ring, der öfters von einer zweiten, bräunlich getrübten, helleren Zone umgeben ist. Diese schließt dann mit einem feinen Pigmentsaum gegen die Grundmasse ab. Der Ring kann selbst wieder durch Differenzierung des Pigmentgehaltes in mehrere Zonen aufgelöst werden. Immer aber zeigen die Oolithe einen deutlich zonaren Aufbau.

Der Kern kann in sehr verschiedener Weise ausgebildet sein. Er besteht aus einem Gefüge feinkörniger Calcit-Kriställchen, denen ein geringes Pigment von Eisenhydroxyd beigemengt ist, oder aus einzelnen größeren, klaren Kalkspatkristallen oder Fossilresten, die dann auch die äußere Form bestimmen. Der Gehalt des Kernes an Eisen kann bisweilen so stark werden, daß sich zwischen Kern und Ring kaum Unterschiede in der Intensität der

Färbung bemerkbar machen, und das Oolithkorn dem Auge als vollkommen einheitliches, rostbraunes Gebilde ohne jede Zonarstruktur erscheint. Körner dieser Art sind jedoch selten.

Durch Umkristallisation der kleinen Calcit-Kriställchen zu einzelnen größeren Individuen, sowie durch teilweise Auslaugung kann der Kern eine starke Reduktion erfahren und dadurch, daß größere Teile des Zellkernes hohl blieben, eine löcherige Beschaffenheit bekommen. Die zunehmende Stärke der Auslaugung führt dann zur vollkommenen Entfernung des Kernes wie des Ringes, von denen meistens nur noch ein ganz feiner Saum von Eisenhydroxyd zurückbleibt. Eine nachträgliche Ausfüllung der Poren mit Calcitmasse war nicht zu bemerken.

2. Oolithe des Trochitenkalks.

Oolithhorizont im unteren Trochitenkalke bei Mengsberg.

Im Gegensatz zu den Oolithen des Wellenkalks sind die des oolithischen Basalhorizontes des Trochitenkalks deutlich konzentrischschalig und radialstrahlig aufgebaut. Diese Erscheinungen sind nur am äußeren Ring zu sehen, der aus einem Wechsel von Zonen aus dichterem und feinerem Material besteht, die ganz allmählich ineinander übergehen; die ihn zusammensetzenden Calcit-Individuen sind deutlich radial struiert. Diese radiale Anordnung wird bei der Verwitterung undeutlich und verwischt. Der Kern besteht aus einer regelmäßig angeordneten Masse kleinerer Kristalle. Die Grundmasse wird durch sehr feinkörnige Calcit-Kriställchen von derselben Größe wie die des Ringes gebildet. Auch hier können mehrere Kriställchen zu einem größeren vereinigt auftreten. Die Ringe bestehen bei den meisten aus zwei bis drei einzelnen Lagen stärker oder schwächer pigmentierten Calcites; jedoch kommen auch bei einzelnen 20—30 solcher Lagen vor. Das Pigment ist auf den Kern häufig ungleichmäßig verteilt, so daß er ein fleckiges Aussehen bekommt.

Die Körner ohne Einschlüsse zeigen kugelige, solche mit Einschluß längliche, stab- und schlauchförmige Gestalt

je nach der Form des Kernes. Außer anderen Fossilresten wurden als Einschlüsse auch Foraminiferen beobachtet.

Die Größe der Oolithe schwankt sehr. Bei solchen mit Einschlüssen von Schalenresten richtet sie sich nach der Form des Einschlusses und kann bis zu 5 mm Länge wachsen; bei den regelmäßig gebauten schwankt sie zwischen 0,12 mm und 0,92 mm Durchmesser.

Oolithe mit Kegel- oder Speichenstruktur, wie sie Krech[1]) aus dem Trochitenkalk von Jena angibt, wurden nicht beobachtet. Schwache Spuren davon deuten jedoch darauf hin, daß auch sie ehemals vorhanden waren und erst durch die Verwitterung unkenntlich geworden sind.

Wir fügen den Bemerkungen über Oolithgesteine noch einige weitere zu.

Über die Dolomitisierung dieser Gesteine.

Dolomitisierte oolithische Gesteine wurden von mir an zwei Stellen beobachtet. Das eine Mal war es eine der oberen Schaumkalkbänke an der Straße Hebel-Homberg,[2]) welche hier von einer Kluft aus wahrscheinlich durch Sickerwässer vollkommen dolomitisiert wurde, das andere Mal eine schwach oolithische Bank bei Weißenborn, die das Liegende der typischen unteren Schaumkalkbank bildete. Klüfte habe ich in der Nähe dieser Bank nicht beobachtet.

Beiden Gesteinen gemeinsam ist die vollkommene Zerstörung des inneren Aufbaues der Oolithe, denen nur noch die kugelige Gestalt geblieben ist. Es ging also bei der primären diagenetischen Umwandlung der Aragonitoolithe in Kalkspat der radialstrahlige, und bei der sekundären in Dolomit bezw. in Bitterspat der zonare Aufbau verloren.

Wir gehen jetzt über zu einer kurzen Beschreibung der Oolithe dieser beiden Bänke.

a) Oolithische Dolomitbank an der Straße Hebel-Homberg.

Das Gestein ist ziemlich hart, oolithisch, grob-kristallin, von zuckerigem Aussehen. Fossilreste sind bei der Dolomitisierung zerstört worden.

---

[1]) K. Krech, a. a. O.

[2]) Vergl. den Fritzlar-Homberger Graben dieser Arbeit.

Die Grundmasse ist vollkommen einheitlich und besteht aus Dolomitkristallen, deren Spaltungsrisse durch die Ringe der Oolithkörner hindurchsetzen.

Die Oolithe selbst lassen zwei verschiedene Zustände der Auflösung unterscheiden. Bei der ersten Art ist das Pigment des Ringes in seiner Masse zwar verringert, in seiner ovalen oder kreisförmigen Anordnung aber unverändert geblieben. Die Lösung griff in diesem Falle das Pigment nur wenig an und löste nur den inneren Kern auf. Die Körner können, selbst durch das Ringskelett geschützt, wieder auswittern und sind dann mit der Lupe im Gestein zu erkennen. Ihre durchschnittliche Größe beträgt 0,18 mm. Bei den Oolithkörnern der zweiten Art ist auch der Ring mit angegriffen worden. Das Pigment hat seine ringförmige Anordnung verloren und sich zu einem verschwommenen, undeutlich begrenzten, flockigen Gebilde zusammengeballt.

Die Oolithe der ersten Art sind mehr in der äußeren, die der zweiten Art mehr in der inneren Zone der Bank zu beobachten. Sie sind weit zahlreicher als jene. Zwischen beiden zeigen sich die mannigfachsten Übergänge.

b) Dolomitisierte untere Schaumkalkbank zu Weißenborn.

Das Gestein erscheint nach der Dolomitisierung etwas dichter, sodaß sein oolithischer Charakter äußerlich nicht so sehr hervortritt. Die Conchylien sind vollkommen in die Masse des Gesteins miteinbezogen worden und auch unter dem Mikroskop nicht mehr zu erkennen.

Die Grundmasse des Gesteins besteht aus feinen Dolomitkriställchen von etwa $^1/_{100}$ bis $^1/_{30}$ mm Größe, zwischen die an einzelnen Stellen Reste des Ringpigments eingestreut sind. Große in ihr befindliche Lücken sind wohl durch vollkommene Beseitigung einzelner Oolithkörner entstanden. Die Oolithe selbst haben nur noch geringen Anteil am Gestein. Ihre durchschnittliche Größe beträgt 1 mm. Zonare Anordnung fehlt ihnen vollkommen. Der Kern ist entweder durch die Auslaugung vollständig entfernt, oder er besteht aus einem oder mehreren Dolomitkristallen, die öfters über die Reste des Ringes hinaus in

die Grundmasse des Gesteins übergreifen. An Spaltrissen ist er schwach durch Eisenhydroxyd gefärbt. Der Ring zeigt eine sehr ungleichmäßige Dicke ohne jede Spur der ehemaligen zonaren Struktur, sowie einen ziemlich geringen Gehalt an färbendem Pigment. Die Oolithkörner haben meist kugelige Gestalt. Seltener vorkommende längliche Formen deuten auf ehemalige Einschlüsse von Schalenresten hin.

Normalprofil durch den hessischen Muschelkalk. Vergleich des hessischen Muschelkalks mit dem thüringischen.

Die in den verschiedenen Gräben erhaltenen Muschelkalkschollen, welche in dieser Arbeit betrachtet worden sind, reichen nicht zur Zusammenstellung eines Gesamtprofiles vom Wellenkalk bis zu den Tonplatten aus; deshalb hat Verfasser, um ein Bild von der gesamten Mächtigkeit und Ausbildung des hessischen Muschelkalks zu erlangen, den Versuch gemacht, ein zusammenfassendes Profil in dem größten unserer hessischen Gräben, dem durch die Eisenacher Bruchzone mit dem thüringischen Muschelkalk in Verbindung stehenden Lichtenau-Spangenberg-Altmorschener Graben, aufzunehmen.

Die nachstehende Schichtenfolge wurde teils am Meißner, teils bei Spangenberg festgestellt[1]). Zum Vergleich mit dem thüringischen Muschelkalk sind die bei R. Wagner angegebenen Mächtigkeiten des Muschelkalks bei Jena[2]) sowie des Muschelkalks in der Umgebung von Meiningen nach Frantzen[3]) zugefügt worden.

[1]) Für beide Gegenden sind mir wesentlich dabei zu statten gekommen die geologischen Spezialkarten der Kgl. Pr. Geol. L. Anst. und die von Beyschlag dazu verfaßten Erläuterungen.

[2]) Beitrag zur genauern Kenntnis des Muschelkalks bei Jena. Abhdl. d. Kgl. Pr. Geol. L. Anst. Neue Folge H. 17.

[3]) Übersicht über die geologischen Verhältn. b. Meiningen.

Normalprofil durch den hessischen Muschelkalk

	Hessen	Jena (nach Wagner)	Meiningen (nach Frantzen)
Obere Nodosenschichten 24,90 m.	0,20 m bituminöser Faserkalk. Die Fasern stehen senkrecht zur Schichtung. Grenzschicht gegen den Keuper. 2 m feste schwarze Schieferletten. 0,20 m glatte Kalkschichten. Zone des *Ceratites semipartitus.*: 8,50 m graue Kalke, in Knauern und sphäroidische Geoden. Oben schwarze Schieferletten mit Schwefelkies. 0,20 m feste Kalkbank. 2,70 m graue Kalke wie vorher mit wenig zwischenliegenden Schieferletten. *Ceratites dorsoplanus.*: 0,20 m feste Kalkbank. *Ceratites intermedius, Ceratites spinosus.*: 4,60 m ebenflächige Kalkschichten mit wenig zwischenliegenden Schieferletten. *Ceratites nodosus.*: 0,30 m feste Kalkbank. 5—6 m schiefrige Letten mit einzelnen Kalkbänken.	10,18 m.	Ganze Mächtigkeit der Nodosenschichten 41,11 m.
	0,035 m Bank mit *Terebratula cycloides.*	0,02 m.	
Untere Nodosenschichten 14 m.	14 m Wechsel von kristallinen Bänken mit tonigen Schichten. Oben: Zone des *Ceratites compressus.* In der Mitte: Zone des *Ceratites Münsteri.* Unten: Zone des *Ceratites atavus.*	17,73 m.	

	Hessen	Jena (nach Wagner)	Meiningen (nach Frantzen)
Trochitenkalk 9,46 m mächtig.	3,80 m kristalliner splittriger Kalk, weniger reich an *Encrinus liliiformis*, aber *Lima striata* und nach oben *Terebratula* in Menge führend. 0,30 m tonige Schichten und blauer Kalkstein. 2,30 m sehr fossilreicher, viel Trochiten führender, dickbankiger Kalk. 0,06 m feste Bank blaugrauen kristallinen Kalkes. 3 m ebenschichtige oolithische Kalke mit spärlichen Fossilien, wenigen Crinoiden, häufiger *Chemnitzia* führend.	11,25 m	8,09 m.
Mittlerer Muschelkalk 25—30 m mächtig.	25—30 m mittlerer Muschelkalk. Beginnt mit 3—4 m festen dolomitisch-mergeligen, gelben Platten; nach oben zellig werdend.	31,62 m mächtig	28,7 m.
Oberer Wellenkalk etwa 33—50 m.	1,50 m dolomitisch-mergelige Platten mit *Myophoria orbicularis*. 2,20 m Wellenkalk. Schaumkalkzone: 1 m: sieben verschiedene schaumige Bänke im Wechsel mit knorrigen Zwischenlagerungen. 4,30 m Zwischenmittel. 1,45 m untere Schaumkalkbank. 12 m Wellenkalk mit gelben Bänken. 0,80 m schaumige Bank. 3,50 m oberer Wellenkalk. Zone der Terebratelbänke: 0,82 m verschiedene kleinere, teils kristalline, teils knollig-knorrige Bänke. 0,89 m oolithisch-schaumige Bank. 4—5 m Wellenkalk. 0,45 m: 5 harte kristalline, stellenweise oolithisch-schaumige Bänke mit Crinoiden, in große Blöcke zerfallend.	Mächtigkeit des oberen Wellenkalkes: 47,21 m.	38,9 m.

	Hessen	Jena (nach Wagner)	Meiningen (nach Frantzen)
Unterer Wellenkalk 42—44 m mächtig.	0,88 m Wellenkalk als Zwischenmittel. 0,10 m harte, schwach-oolithische, schaumige Petrefaktenbank. 5,50 m dünnschiefriger Wellenkalk. 0,06 m bituminöse, harte blaue Bank, mit Crinoiden, *Pecten, Lima, Natica.* 0,47 m Wellenkalk, schwach wulstig. 0,06 m ähnliche Bank wie vorher. Etwa 3 m graublauer oder ockergelber Wellenkalk. 0,12 m oolithisch-schaumiges Bänckchen. Etwa 13—16 m Wellenkalk. 0,70 m: 3 etwa 15 m starke, schwach oolithische, fossilführende Bänke. 3,80 m Zwischenmittel. 0,30 m harte, blaugraue, bituminöse, schwach oolithische Bank. 15,30 m Wellenkalk. 0,02 m crinoidenführendes Bänkchen. 0,80 m Wellenkalk. 0,10 m obere Gregariusbank. 0,35 m Wellenkalk als Zwischenmittel. 0,08 m untere Bank mit *Turbo gregarius* und *Dentalium torquatum.* Etwa 4,5 m flaseriger Wellenkalk mit einzelnen dickeren gelblichen Bänken. 0,35 m intensiv gelb gefärbte bröckelige Kalke, Grenze gegen den Röt.	66,98 m.	72,2 m.

Vergleicht man die Ausbildung des hessischen Muschelkalks, wie sie aus vorstehender Tabelle zu ersehen ist, mit seiner Ausbildung in Thüringen, so zeigt sich einerseits eine große Ähnlichkeit in der Entwicklung, andererseits aber treten auch auffällige Unterschiede hervor. Was zunächst den Wellenkalk anbetrifft, so muß auffallen, daß namentlich seine untere Abteilung an Mächtigkeit hinter der Thüringens erheblich zurückbleibt. Sie beträgt nämlich in Hessen nur ungefähr $^2/_3$ der thüringischen. Ein weiterer

Unterschied liegt in der verkümmerten Ausbildung der Oolithbänke Ooα und Ooβ des unteren Wellenkalks in Hessen. Diese sind gewöhnlich so wenig charakteristisch entwickelt, daß ihre Erkennung die größten Schwierigkeiten bereitet, namentlich wenn der oolithische Habitus verschwindet und sie nur als blaue Kalkbänke auftreten.[1]) Ferner unterscheidet sich der untere Wellenkalk durch das Fehlen bestimmter Ammonitenarten, wie *Ceratites antecedens* und *sondershusanus, Ptychites* u. a., die in Thüringen und Süddeutschland nicht selten sind. Die Abwesenheit dieser Ammoniten weist wahrscheinlich auf eine größere Seichtheit des hessischen Meeres hin. Endlich wäre noch zu betonen der Mangel an fossilreichen Bänken mit bestimmten Leitfossilien, wie derer mit *Terebratula Ecki* und *Spiriferina fragilis*. Beide setzen schon in der Rhön wieder ein. Ein letzter Unterschied besteht in dem Fehlen einer scharfen Grenze gegen den oberen Wellenkalk. Es ist üblich geworden, als Scheidelinie gegen den oberen Wellenkalk die erste schaumige Bank anzunehmen.[2]) Ob sie jedoch die Vertretung der Oolithbank oder der Terebratelbank darstellt, muß bei der wenig ausgeprägten Entwicklung dieser Bänke in Hessen unentschieden bleiben. Als Aequivalent der Terebratelbank Thüringens nehme ich die etwa 5 m über jener ersten auftretende schaumig-oolithische Bank von größerer Beständigkeit. Das leitende Fossil *Terebratula vulgaris* ist hier sehr selten, ja fehlt meistens ganz.

Was den oberen Wellenkalk anbetrifft, so machen sich zwischen Thüringen und Hessen keine so großen Verschiedenheiten geltend. Die oolithisch-schaumigen Bänke des oberen Wellenkalks zeigen wohl geringere Beständigkeit als die Norddeutschlands und Thüringens, da sie schneller auskeilen und wiedereinsetzen, stehen ihnen aber an Mächtigkeit und Verbreitung wenig nach, sodaß

[1]) In der Umgebung von Cassel sind diese Bänke schon etwas besser entwickelt. In Cassel selbst ist die obere Oolithbank örtlich in weiße Kalkspatsande umgewandelt. Blanckenhorn, Festschrift zur 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Cassel.

[2]) Beyschlag, Erläuterungen zu Blatt Altmorschen.

die obere Abteilung des hessischen Wellenkalks wesentlich der norddeutschen Ausbildung folgt.

Der mittlere Muschelkalk ist an keiner Stelle des Lichtenau-Spangenberger Grabens vollständig vorhanden. Seine gesamte Mächtigkeit ließ sich nur aus dem Abstande zwischen den Orbicularisplatten und dem Trochitenkalke ermitteln und beträgt etwas über 25 m. Der einzige wesentliche Unterschied gegenüber der Anhydritgruppe Thüringens liegt im Fehlen von Hornsteinknollen in Hessen. Salz- und Gipslager, die wohl auch hier zur Ablagerung gekommen und in Spuren noch nachzuweisen sind, sind später ausgelaugt worden. Für den Lichtenau-Spangenberger Graben, aber nicht für das übrige Hessen, ist noch eine geringe Abweichung von seiner Ausbildung in Thüringen und Franken zu erwähnen. Sie besteht darin, daß die zelligen Dolomite nur ganz schwach und in Form einzelner Knollen, nicht aber in zusammenhängenden Bänken entwickelt sind.

Gehen wir endlich zum oberen Muschelkalk über, so entspricht der Trochitenkalk in seiner Mächtigkeit und in seiner Zusammensetzung sehr dem Thüringischen. Der einzige Unterschied besteht in dem Fehlen eines Hornstein-führenden basalen Horizontes.

Die Nodosenschichten lassen sich, wie in Thüringen und in Franken, so auch in Hessen durch die Bank mit *Terebratula cycloides* bequem in eine untere und eine obere Abteilung zerlegen. Eine Eigenartigkeit dieser Bank liegt indes darin, daß sie am Steinberge bei Walburg in großer Menge Crinoidenreste, darunter besonders Pinnulae von *Encrinus liliiformis* führt.

Die untere Abteilung der Nodosenschichten beherbergt in ihrem liegenden Teile die seltenen Urformen des *Ceratites nodosus*, die aber schon vereinzelt gegen Ende der Trochitenkalkzeit auftreten. Nach oben zu stellt sich *Ceratites Münsteri* ein, während *Ceratites compressus* erst in unmittelbarer Nähe der Cycloidesbank einsetzt.

Die oberen Tonplatten führen *Ceratites spinosus, nodosus, enodis, humilis, intermedius, dorsoplanus* und *semipartitus* und zwar in der angegebenen Reihenfolge. Die Auf-

stellung einer eigentlichen Zoneneinteilung nach Ceratiten erwies sich als nicht durchführbar, weil häufig in einer Zone noch Vertreter der vorhergehenden vorkommen. Immerhin kann man nach dem Vorherrschen bestimmter Formen in einer Schicht von Nodosus-, Dorsoplanus-, Semipartitusbänken sprechen, während Formen wie *Ceratites humilis*, *enodis*, *spinosus* als Leitfossilien weniger Wichtigkeit besitzen. Es ist der Versuch gemacht worden, die Ceratiten nach ihrer Aufeinanderfolge dem obigen Profile einzufügen.

Das häufige Vorkommen von *Ceratites Münsteri* und *compressus* in den unteren Tonplatten, sowie namentlich die weite Verbreitung der Nodosen über ganz Hessen ist ein Beweis, daß diese Tiere im hessischen Hauptmuschelkalkmeere dieselben günstigen Lebensbedingungen gehabt haben wie im Süddeutschen und Thüringischen. Auch die Semipartitusschichten, die jetzt nur noch örtlich bei Spangenberg und am Meißner vorhanden sind, haben wohl ursprünglich eine zusammenhängende Decke gebildet, die aber nur dank der erwähnten günstigen Lagerungsverhältnisse an diesen beiden Punkten erhalten geblieben und sonst der Denudation zum Opfer gefallen ist.

Der untere Teil der Semipartitusschichten des Muschelkalks am Meißner ist ferner durch ein „*Bone bed*“ ausgezeichnet, das in der Nähe der Dorsoplanusbank auftritt und neben Fisch-Schuppen und Knochenresten namentlich Wirbel und Zähnchen von Fischen und Sauriern enthält. Außerdem führt die Bank in vereinzelten Exemplaren *Athyris trigonella* Schl., ein Fossil, welches in Thüringen nur im Trochitenkalk, und auch da nur sehr spärlich vorkommt, in den Nodosenschichten aber bisher noch nicht gefunden wurde. Auch in Hessen war es, abgesehen von einem Vorkommen im Trochitenkalke des äußersten Südens,[1]) bisher vollkommen unbekannt geblieben. Dieses *Bone bed* entspricht in seiner Lage dem des schwäbischen Hauptmuschelkalks. Die Bank schwankt in ihrer

[1]) Die Marburger Sammlung besitzt mehrere Exemplare dieses Fossils, die aus der Gegend von Mottgers in der Rhön aus dem Trochitenkalke stammen und von Prof. Kayser gesammelt sind.

Mächtigkeit zwischen 2 und 11 cm; das Gestein ist reich an Eisen und von ziemlich hohem spezifischen Gewichte. Die Fauna setzte sich aus folgenden Arten zusammen:

Polyacrodus polycyphus Ag.
Acrodus lateralis Ag.
Colobodus sp.
Hybodus plicatilis Ag.
Gyrolepis sp.
Gyrolepis maximus Ag.
Gyrolepis Albertii Ag.
Palaeobates angustissimus Ag.
? *Placodus Andriani* Muenst.
Nothosaurus sp.
Athyris trigonella Schl.
Myophoria vulgaris Schl.
Lima costata Muenst.

Ungefähr 3 m über diesem Knochenbett tritt eine zweite, Wirbeltierreste führende Schicht auf. Diese Bank ist tonig und hebt sich nur wenig von den Nachbarschichten ab. Sie enthält nur in geringer Menge Fisch- und Saurierreste, und bildet das Hauptlager der vorhin erwähnten *Athyris trigonella* Schl. Daneben führt sie noch:

Myophoria pes anseris Goldf.
Myophoria vulgaris Schl.
Myophoria elegans Dkr.
Homomya musculoides Schl.

Den Abschluß des Muschelkalks bilden am Meißner etwa 5 m mächtige, fossilfreie, schwefelkiesführende Schieferletten, die große Ähnlichkeit mit denen des Keupers zeigen. Der Mangel an Fossilien hindert uns, diese Schichten den schwäbisch-fränkischen Grenzschichten und der Trigonodusregion gleichzusetzen. Der stetige Übergang dolomitischer Schichten des süddeutschen Hauptmuschelkalks nach Norden in kalkige, wie ihn namentlich G. Wagner[1]) nachgewiesen hat, könnte diese Annahme unterstützen. Das Fehlen der Semipartitus- und der Trigo-

[1]) G. Wagner, Beiträge zur Kenntnis des oberen Hauptmuschelkalks in Elsass-Lothringen, Zentralbl. f. Min. Geol. 1913.

nodusschichten in Thüringen, sowie des Trigonodusdolomits in Hessen läßt sich vielleicht in Zusammenhang bringen mit der kontinentalen Hebung, die zur Zeit des unteren und mittleren Keupers sich vollzog und erst zu Anfang der Rhätepoche einer entgegengesetzten Bewegung weichen mußte. Diese Hebung setzte wahrscheinlich schon gegen Ende des Hauptmuschelkalks ein und hatte die Ablagerung der schon ganz keuperähnlichen, lettig-schieferigen Sedimente über den Semipartitusschichten am Meißner zur Folge. Sie begann am Nordostrande des germanischen Muschelkalkmeeres und setzte sich stetig nach Süden fort. Im Süden blieben die Hebungen lange Zeit so geringfügig, daß die Semipartiten dort noch günstige Lebensbedingungen fanden, wie dies ihr Aufsteigen in die Trigonodusregion andeutet. Das Aussterben der Ceratiten wäre darnach lediglich eine Folge der zunehmenden Verflachung des Meeres. Das allmähliche Einsetzen und immer stärkere Anwachsen der dolomitischen Schichten von wenigen Zentimetern bis zu vielen Metern Mächtigkeit, je weiter man nach Süden kommt, (worauf namentlich G. Wagner kürzlich hingewiesen hat), scheint diese Annahme zu unterstützen.

Nach oben gehen die erwähnten lettigen Schichten in eine 20 cm starke Bank von Faserkalkspat mit senkrecht zur Schicht gestellten Fasern über. Diese Bank ist von Beyschlag[1]) als Grenze gegen den Keuper angenommen worden.

[1]) Erläuterungen zu Blatt Großalmerode.

Ergebnisse.

Die Mehrzahl der hessischen Gräben enthält außer Röt nur unteren Muschelkalk bis etwa zur Zone der oberen Werksteinbänke. Das Vorkommen von oberem Muschelkalk in größeren Schollen und normaler Lagerung ist gebunden an das Auftreten schützender Basaltdecken. Weiter ist er erhalten geblieben an Kreuzungspunkten zweier Grabensysteme und, in kleineren Schollen, an Spezialverwerfungen innerhalb der Gräben. Die durchschnittliche Sprunghöhe der Verwerfungen beträgt etwa 100 m.

Der nach Philippi nur aus dem subhercynen Vorlande des Harzes genannte *Ceratites atavus* E. Phil. kommt vereinzelt auch in Hessen vor.

Crinoidenstielglieder, meistens von *Encrinus Carnalli* Beyr. herstammend, die nach Angabe thüringischer Geologen auf die Terebratel- und untere Schaumkalkzone beschränkt sind, können örtlich auch in der oberen Schaumkalkbank auftreten. Dies wurde an zwei Stellen beobachtet.

Die Ooide der oolithischen Bänke des Wellenkalks, mit Ausnahme der in Hessen sehr verkümmert auftretenden Oolithbank Oo α, zeigen dieselbe Ausbildung wie die Thüringens. Jedoch sind sie, infolge ihres Auftretens in Gräben, weit mehr von späteren Umwandlungsvorgängen betroffen worden.

Die oberen Tonplatten enthalten in den Dorsoplanusschichten ein Bone bed, entsprechend dem des schwäbisch-fränkischen Hauptmuschelkalks. Es enthält die Mehrzahl der dort vorkommenden Wirbeltierreste. Ein Äquivalent des Grenzbonebeds Schwabens konnte nicht nachgewiesen werden. Etwa 3 m über jenem Knochenbett liegt eine dünne tonige Bank, welche neben geringen Wirbeltierresten als Hauptfossil *Athyris trigonella* in größerer Anzahl enthält.

Es liegt darin ein Unterschied gegen Thüringen, wo diese Form aus den Tonplatten nicht bekannt geworden ist.

Sowohl in den Tonplatten, wie auch namentlich im Liegenden der Schaumkalkbänke des oberen Wellenkalks und in ihnen selbst treten in großer Verbreitung Löcher von Bohrwürmern, vermutlich von tubikolen Anneliden herrührend, auf.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite.
Vorbemerkungen	3
Allgemeine Bemerkungen über die hessischen Gräben	5—8
Winterscheider Graben	9—18
Dittershäuser Graben	18—23
Fritzlar-Homberger Graben	23—31
Remsfeld-Rückersfelder Graben	31—34
Oberaulaer Graben	35—38
Naumburger Graben	39—42
Petrographische Untersuchungen an den Oolithgesteinen des hessischen Muschelkalks	43—50
Über Dolomitisierung von Oolithen	51—52
Normalprofil durch den hessischen Muschelkalk. Vergleich des hessischen Muschelkalks mit dem thüringischen	52—60
Ergebnisse	61—62

Lebenslauf.

Ich, Georg Friedrich Wilhelm Heckmann, evangelischer Konfession, preußischer Staatsangehöriger, wurde am 2. Februar 1891 zu Cassel als Sohn des Rektors Wilhelm Heckmann geboren. Nach dreijährigem Besuche der Volksschule trat ich Ostern 1900 in das Königliche Wilhelmsgymnasium zu Cassel ein, das ich Ostern 1909 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich bezog dann die Universität Marburg, um Mathematik und Naturwissenschaften zu studieren.

Das Sommersemester 1911 verbrachte ich in München, kehrte aber auf den Rat des Herrn Professors Rothpletz im Herbst 1911 wieder nach Marburg zurück und wendete mich besonders geologischen und mineralogischen Studien zu. Auf Anregung des Herrn Geheimrats Professor Dr. E. Kayser nahm ich die vorliegende Arbeit in Angriff. Sie wurde im November 1913 als Dissertation angenommen. Am 3. Dezember desselben Jahres bestand ich das Examen rigorosum.

Meine akademischen Lehrer, derer ich stets mit großer Dankbarkeit gedenken werde, waren:

in Marburg: Andrée, Bauer, Feussner, Friès, Hensel, Herrmann, Jensen, Kayser, Koeppe, Mannkopf, Natorp, Neumann, Rade, Richarz, Schulze, Schuecking, Schwantke, Take, Zincke,

in München: Groth, Roentgen, Rothpletz.

Während des Sommersemesters 1914 hielt ich mich meist in Cassel auf und bereitete mich auf das Staatsexamen vor, das ich im August bestand.

Beim Ausbruche des Weltkrieges trat ich als Kriegsfreiwilliger in das Heer ein. Innerhalb zehn Wochen ausgebildet, nahm ich vom Oktober 1914 ab an den Kämpfen in Flandern teil. Am 5. Februar 1915 geriet ich gelegentlich eines Gefechtes in französische Kriegsgefangenschaft, in der ich mich zur Zeit leider immer noch befinde.